



Dottorato di Ricerca

“METODOLOGIE INNOVATIVE APPLICATE A MALATTIE TRASMISSIBILI E
CRONICO-DEGENERATIVE:
EPIDEMIOLOGIA, STATISTICA, PREVENZIONE, MANAGEMENT E NURSING”

Dipartimento di Scienze della Salute (DISSAL)

Curriculum METODOLOGIE NELLA RICERCA IN NURSING

Ciclo Dottorale XXXI

a.a. 2015-2016; 2016-2017; 2017-2018

Staffing e skill-mix del personale di assistenza:
qualità delle cure e benessere organizzativo
in ospedali per acuti italiani

Staffing and skill-mix of nursing staff:

quality of care and organizational well-being

in Italian acute care hospitals

Candidato: Dott.ssa Ramona Pellegrini

Matricola: 4182289

Tutor: Prof.ssa Annamaria Bagnasco



INDICE

Introduzione

CAPITOLO 1. BACKGROUND INTERNAZIONALE E NAZIONALE DI RIFERIMENTO PER L'INQUADRAMENTO DI STAFFING E SKILL MIX DEL PERSONALE ASSISTENZIALE

- 1.1 Background internazionale. Nursing skill-mix measures and quality of care in acute hospitals: A scoping review
- 1.2 Background nazionale

CAPITOLO 2. STUDIO MULTICENTRICO NAZIONALE ITALIANO RN4CAST@IT: PROTOCOLLO DI STUDIO E RACCOLTA DATI "LIVELLO INFERMIERE"

- 2.1 Introduzione allo studio nazionale RN4CAST@IT
- 2.2 Sinossi del protocollo di studio
- 2.3 Questionario RN4CAST@IT - Livello Infermiere

CAPITOLO 3. ANALISI QUANTITATIVA DEI DATI DELLO STUDIO MULTICENTRICO RN4CAST@IT – LIVELLO INFERMIERE

- 3.1 Introduzione ai Generalized Linear Regression Models
- 3.2 Analisi delle correlazioni tra skill mix e outcomes tramite il software di analisi statistica "R"
 - 3.2.1 Realizzazione delle variabili di analisi
 - 3.2.2 Realizzazione delle variabili outcomes
- 3.3 Generalized Linear Regression Models – Relationships between nursing skill mix and outcomes



CAPITOLO 4. ANALISI FLUSSI SCHEDE DI DIMISSIONE OSPEDALIERA E CORRELAZIONI TRA MORTALITÀ E SKILL MIX DEL PERSONALE DI ASSISTENZA

4.1 Introduzione al flusso delle schede di dimissione ospedaliera

4.2 Analisi dei flussi delle schede di dimissione ospedaliera –

RN4CAST@IT

4.3 Analisi della relazione tra skill-mix e decessi ospedalieri

CAPITOLO 5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI



INTRODUZIONE

Il presente elaborato è strutturato in sei capitoli e affronta le tematiche dello staffing e dello skill mix del personale di assistenza (personale infermieristico e di supporto) in relazione agli esiti sensibili all'assistenza.

La tematica ricopre per l'ambito professionale una rilevanza strategica, in quanto la gestione del personale di assistenza rappresenta per la professione infermieristica, ad oggi, il cardine fondamentale dei processi gestionali, i quali garantiscono la clinical governance e implicano la responsabilità, e la leva di maggior influenza sui principali esiti sensibili all'assistenza.

A tal proposito, i principali studi internazionali relativi alla dimensione organizzativa dell'assistenza infermieristica propongono modelli di interpretazione degli effetti della modulazione del personale assistenziale per i pazienti e i sistemi sanitari e anche recenti esperienze nazionali hanno avviato il percorso di rilevazione e monitoraggio di tali processi.

Nel Capitolo 1 verrà presentata una scoping review della letteratura scientifica attualmente disponibile sulla tematica dello skill mix e verrà inquadrato il contesto di riferimento dal punto di vista internazionale e nazionale.

Il Capitolo 2 introdurrà lo studio multicentrico nazionale RN4CAST@IT ed in particolare riporterà il Questionario "Livello Infermiere" al fine di contestualizzazione dei dati analizzati attraverso modelli di analisi statistica presentati nel Capitolo 3.

Le relazioni tra livelli di staffing e skill mix saranno studiati in associazione con i principali esiti sensibili all'assistenza attraverso modelli multilevel di regressione lineare realizzati attraverso il software statistico "R".

Il Capitolo 4 verrà descritta la relazione tra skill mix e l'esito mortalità secondo l'analisi del flusso dati SDO di due regioni italiane, mentre nel Capitolo 5 verranno discussi i risultati alla luce degli elementi disponibili in letteratura.

Infine il Capitolo 6 proporrà alcune conclusioni relative all'importanza dei risultati del presente elaborato per la professione infermieristica individuando future linee di approfondimento.



CAPITOLO 1

BACKGROUND INTERNAZIONALE E NAZIONALE DI RIFERIMENTO PER L'INQUADRAMENTO DI STAFFING E SKILL MIX DEL PERSONALE ASSISTENZIALE

1.1 Background internazionale. Nursing skill-mix measures and quality of care in acute hospitals:

A scoping review

What is already known about the topic?

- Several studies have measured the impact of nursing skill mix on clinical, organizational and economic outcomes but the heterogeneity in approaches to measuring skill-mix variable leads to a lack of consistent evidence
- There is a lot of interest in understanding how the mixture of professions may influence clinical and process outcomes and if one staff group could be substituted by another one to achieve cost-effectiveness results

What this paper adds?

- In addition to 'classic' skill mix measures (e.g. RN to all staff ratio, Non-RN to all staff ratio) studies which include several nursing staff groups as independent variables, with or without including Interaction between two groups have been used to explore nursing skill mix
- Many outcomes have been studied in large observational studies with mortality the most frequently studies outcome, whereas organizational outcomes (length of stay, costs) and patient/staff satisfaction are less frequent
- The evidence is consistent in pointing to the benefit of increasing skill mix either through increasing the absolute or relative number of registered nurses in a nursing team that includes registered nurses, lower grades of nursing staff and assistants



1. Background

There is ample evidence that higher Registered Nurse staffing levels on hospital wards are associated with improvements in important outcomes. Research over several years has demonstrated that hospitals and units with higher nurse staffing have lower rates of mortality (Blegen et al., 2011, Needleman et al., 2011, Sales et al., 2008, Sochalski et al., 2008) and lower failure to rescue (Park et al., 2012, Twigg et al., 2013), lower fall rates (Donaldson et al., 2005, Patrician et al., 2011, Potter et al., 2003), lower length of stay (Blegen et al., 2008, Frith et al., 2010, O'Brien-Pallas et al., 2010b, Spetz et al., 2013) and readmission rates (Weiss et al., 2011) and there is strong evidence that a lower level of nurse staffing is associated with higher rates of drug administration errors (Frith et al., 2012, O'Brien-Pallas et al., 2010a, Patrician et al., 2011) and missed nursing care (Ball et al., 2013, Tschannen et al., 2010, Weiss et al., 2011).

A comprehensive systematic review found that every additional RN full time equivalent per patient day was associated with a 16% reduced risk of mortality in surgical patients (Kane et al. 2007). One additional RN hour per day was also associated with reductions in hospital acquired pneumonia (4%), pulmonary failure (11%), failure to rescue in surgical and medical patients (1%) and deep vein thrombosis in medical patients (2%). On the other hand, every additional patient per RN per shift was associated with a 7% increase in pneumonia, a 53% increase in pulmonary failure and a 17% increase in medical complications (Kane et al., 2007).

This systematic review suggests that the association between skill mix and patient outcomes is an international phenomenon and policy should give consideration to skill mix when mandating nursing hours. However, registered nurses are not the only group of staff delivering hands on care as part of the nursing team on many wards. In many settings nurses and unregistered practitioners (support staff or healthcare assistants) who collaborate bringing different contributions to provide safety and other outcomes.

In the same way as done for the nursing staff, the support staff's contribution in delivering care has also been investigated. Different studies found no association between skill-mix richer in support staff with mortality (Unruh et al., 2007), failure to rescue (Park et al., 2012), length of stay (Unruh et al., 2007) or missed care (Ball et al., 2013). At the same time higher HCA staffings are proven to be associated with higher rates of falls (Hart and Davis, 2011, Lake et al., 2010), pressure ulcers (Seago et al., 2006), readmission rates (Weiss et al., 2011), medication errors (Seago et al., 2006), physical restraints (Hart and Davis, 2011) and lower patient satisfaction (Seago et al., 2006).

There has recently been increased policy attention to the impact that skill mix may have on health services (World Health Organization, 2016) and studying the relationship between skill mix and outcomes has become particularly relevant.

Identifying the right "mix" of healthcare personnel is a major challenge for healthcare organizations and systems (Buchan et al., 2002). It is necessary to address the issue of how the mixture of professions may influence patient outcomes in order to understand how the presence of one group may influence the effectiveness of another in terms of collaboration or substitution during nursing care.

Although the skill mix of the nursing team is a significant factor in determining the delivery of safe care, studies directly investigating the skill mix of registered nurses and support staff and its association with outcomes are less common compared to studies investigating the impact of RN and NA staffing levels on



outcomes (Griffiths et al., 2014) and it is less clear how the levels of staffing by other groups might influence or interact with the effects of RN staffing.

The relationship between nursing skill mix and outcomes has also been investigated from the economic point of view. The clarification of the potential of single professional contributions, of the contribution of the integration between professionals and that of the possible replacement among the staff groups is interesting for administrators because evaluating existing roles and practice, they can find strategies to promote improved, cost-effective healthcare delivery (Watts et al., 2001).

Taking inspiration from the microeconomic theory, substitution describes the possibility of producing a given healthcare output with more than one alternative technique (Folland et al., 2004). Healthcare systems are interested in input substitution substantially because, in the production process, it has the potential to reduce costs (Murray et al., 2003).

An example of labour substitution can include using other types of personnel, such as healthcare support workers for registered nurse, who are considered as more expensive professional workers (Darmody et al., 2007).

The link between nursing skill mix and nursing staff with costs, in scientific literature available to date, remains ambiguous; although the potential exists to increase efficiency through substitution, the impact of the substitution in the healthcare process of different staff groups needs more solid evidence because the economic studies to date available are mostly observational and the considered outcomes are hardly comparable with each other (Goryakin et al., 2011).

One of the most critical issues in studying the relationship between skill-mix and outcomes is the presence of different approaches to the description and measurement of the skill mix concept.

Skill mix is a multidimensional concept, and the majority of studies adopt an intraprofessional perspective and focus on defining skill mix as it pertains to a single professional group, which is predominantly the nursing profession (Cunningham et al., 2018).

Skill mix has been defined as "the combination of different categories of healthcare workers that are employed for the provision of direct care to the patient" (McGillis Halls, 2005). At the same time it was also described as "the proportion of different nursing grades, and levels of qualification, expertise and experience" (Ayre 2007; Buchan 2002; Spilsbury 2001).

A definition of skill mix is often absent from published papers about the topic, and even when the definition is reported, it is often vague and ambiguous and refers to only one or more attributes of skill mix (Cunningham et al., 2018).

The operationalisation of this concept can be done in different ways: the combination of variables and the presence of nursing staff groups can be very different from one study to another.

The diversity in the definition and measurement of the skill mix in the available studies is a relevant methodological question in particular regarding the comparison and aggregation of the results obtained by the various studies; in fact despite the evidence on skill mix is extensive, it does not provide clear answers and it is not enough to estimate either the costs or consequences of making changes in nurse staffing with any degree of confidence (Griffiths et al., 2014).

Within the broader framework of a production process, this scoping review gives an overview on how nursing skill mix has been represented describing which staff groups have been considered and, in order to consider



how substitution in the skill mix of hospital staff can affect the outcomes, shows the relationships between patient and organizational outcomes and nursing skill mix.

1. Methods

Following the aim to gather the main evidence available to represent a broad research area, the scoping review methodology based on the methodological framework described by Arksey and O'Malley (Arksey and O'Malley, 2005) was chosen.

This scoping review was conducted in consideration of the PRISMA statement suggestions, and the research question asked by the scoping review was: "How is nursing skill mix measured in quantitative studies conducted in acute hospitals and what are the main outcomes related to?"

The main literature search was undertaken between May and June 2018, and a search of the academic literature was carried out in the electronic databases Cochrane Library, MEDLINE, CINAHL, SocialScience.

A systematic review approach to study selection for scoping reviews was followed to enhance the rigour of the review and PRISMA flow diagrams for systematic reviews and primary studies included are provided.

Bibliographic information were downloaded in EndNote 6.

1.1. Search strategy

A three-step search strategy was performed.

The first step is an initial search of systematic reviews in four online databases relevant to the topic: Cochrane Library, MEDLINE, CINAHL, SocialScience using the search strategy shown in **Table 1**.

TABLE 1. SEARCH STRATEGIES REPORT

Electronic Database: **SOCIALSCIENCE DATABASE**

Search Date: 08/05/2018

Search Strategy: (nurs* AND ("skill mix" OR "skill-mix" OR staffing)) AND TI review

Search Strategy line by line

S1 : "skill mix"
S2 : "skill-mix"
S3 : staffing
S4: S1 OR S2 OR S3
S5: nurs*
S6: S4 AND S5
S7: TI review
S8: S6 And S7

Limiters:

Date Published: 20080101-20181231

Expanders: Apply equivalent subjects

Source Types: Academic Journals, Reviews

Language: English



Electronic Database: **COCHRANE LIBRARY**

Search Date: 10/05/2018

Search Strategy: (nurs* AND ("skill mix" OR "skill-mix" OR staffing OR [Nursing Staff] OR [Nursing Staff, Hospital] OR [Workload] OR [Personnel Staffing and Scheduling]))

Search Strategy line by line:

#1 : "skill mix"
#2 : "skill-mix"
#3 : staffing
#4 : MeSH descriptor: [Nursing Staff] explode all trees
#5 : MeSH descriptor: [Nursing Staff, Hospital] explode all trees
#6 : MeSH descriptor: [Workload]
#7 : MeSH descriptor: [Personnel Staffing and Scheduling]
#8 : nurs*
#9 : #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7
#10 : #8 AND #9

Limiters:

Type of publication: Cochrane Reviews and Other Reviews

Date of publication: 20080101- 20181231

Electronic Database: **MEDLINE**

Search Date: 10/05/2018

Search Strategy: (nurs* AND ("skill mix" OR "skill-mix" OR staffing OR [Nursing Staff] OR [Nursing Staff, Hospital] OR [Workload] OR [Personnel Staffing and Scheduling])) AND TI review

Search strategy line by line:

#1 : "skill mix"
#2 : "skill-mix"
#3 : staffing
#4 : (MH "Nursing Staff, Hospital")
#5 : (MH "Workload")
#6 : (MH "Personnel Staffing and Scheduling")
#7 : (MH "Nursing Staff")
#8 : S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6 OR S7
#9 : nurs*
#10 : S8 AND S9
#11 : TI review
#12 : S10 AND S11

Limiters:

Date of Publication: 20080101-20181231

Narrow by Language: English Language

Electronic Database: **CINAHL**

Search Date: 10/05/2018

Search Strategy: (nurs* AND ("skill mix" OR "skill-mix" OR staffing OR [Nursing Staff, Hospital] OR [Workload] OR [Personnel Staffing and Scheduling])) AND TI review



Search strategy line by line:

S1: "skill mix"
S2 : "skill-mix"
S3 : staffing
S4 : (MH "Nursing Staff, Hospital")
S5 : (MH "Workload")
S6 : (MH "Personnel Staffing and Scheduling")
S7: S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6
S8: nurs*
S9 : S7 AND S8
S10 : TI review
S11 : S9 AND S10

Limiters:

Published Date: 20080101-20181231
Source types: Academic Journals
Narrow by Language: english

This initial search is then followed by an analysis of the title, abstract and full text of retrieved reviews to decide if they meet our topic.

The field of interest has been extensively investigated in scientific literature and several recent and good quality systematic reviews were available. In order to represent the state of the art related to the issue given the quantity and quality of the reviews available, as well as the relevance of the results presented by each review, we considered this literature sufficient for the selection of primary studies to be included in the scoping review.

Then, a second step is a check of the reference list of all identified reviews to find primary studies relevant for the topic, and thirdly, an international expert library explicitly focused on our topic was examined to identify additional primary studies.

1.2. Inclusion criteria

Limits set to included research were the last ten years of publications as time frame, English language and for the first step, reviews as the type of publication.

We have also limited our search strategies to last ten years (from 2008 to 2018) to ensure evidence in order to understand the actual 'state of the art'. In order to focus our concept, we decided to include quantitative studies in which the skill mix was defined with reference to the presence of different groups of workers among the workforce, including the nursing staff.

We selected primary studies complied with the following inclusion criteria: 1) quantitative studies, 2) conducted in general medical and surgical units in acute hospitals, 3) skill mix has been defined always including Registered Nurses and at least one other staff group of healthcare professions (physicians, midwives, support workers).

Healthcare workers included in nursing skill mix can range from entirely RNs to combinations of registered and second level nurses [enrolled nurse (EN) in the UK and Australia and licenced practical nurse (LPN) in the USA] or other categories of unlicensed assistants personnel (UAP), such as personal care attendants or



health-care support workers or nursing assistants as used in Australia and the UK (Duffield et al. 2006, Ayre et al. 2007, Goryakin et al. 2011).

Studies in which nurse staffing is collected as a single variable in relation to outcomes and studies in which nursing staff is not considered in the skill mix (e.g. physicians AND midwives) were excluded.

Exclusion criteria include expert opinions, editorials and other types of studies that do not include original data.

Following the screening of titles and abstracts, an electronic version of all papers fitting the inclusion criteria was obtained (**Fig.1, Fig.2**). The first author (RP) did the first screening of titles and abstracts for systematic reviews and primary studies applying the inclusion criteria. A consensual discussion process with the other two authors (CD and PG) followed the full-text assessment by the first author to decide on the inclusion of each selected study. As expected for a scoping review, the selected studies were considered for their relevance with the scoping review question rather than for methodological rigour (Arksey and O'Malley, 2005).

1.1. Data extraction and charting

Data were abstracted by each of the two reviewers independently and compared.

Data collection was standardised with a form developed by the research team using Microsoft Excel sheets, and the first author (RP) extracted data and the second (CD) and last author (PG) reviewed and discussed the results.

The information abstracted has been included the following details: unique study ID; publication year; data year; country; number of hospitals, wards, nurses and patients; design; workforce and skill mix variables (measure and unit change used in analysis); primary outcome; secondary outcomes; skill mix results for primary outcomes and other skill mix results.

In order to describe how skill mix was represented and what kind of approach was used in each study to analyze the relationships between skill mix and outcomes, we grouped the approaches adopted referring to how skill mix was considered in the analysis models.

To describe how the skill mix was represented and what relationships between different skill mixes and outcomes existed, we identified some categories as a reference for describing the approaches found in particular by referring to how the concept was operationalized and how the variables were reported in analysis models.

Skill mix can be considered as a single variable that represent one staff group, or the sum of multiple staff groups, to the total staff ratio. As we wanted to focused our attention on the difference between the effect of RN and Non-RN mixes on outcomes, we decided to more detailed this first approach in two sub-groups: RN to all staff ratio and Non-RN to all staff ratio.

Another approach to represent skill mix can be to consider different staff groups that constitute the skill mix as independent each other, then report staffing levels of each group as single variables in the analysis.

The third approach to represent skill mix has been identify in consideration that staff groups could had an influence each other and the interaction between groups can be considered as fixed effect in the analysis.

The association between nursing skill mix has been described in our review summarising the associations reported in the primary studies included in relation to their statistical significance.



Outcomes have been grouped, according to the classification model proposed by Doran MD (2013), in the following areas:

1. Clinical and security outcomes which comprises mortality rates (mortality and failure to rescue) and patient clinical outcomes (central nervous system complications, pain, respiratory failure, deep vein thrombosis, shock or myocardial infarction, gastrointestinal bleed, metabolic derangement, falls and falls with injuries, pressure ulcers, restraint, pneumonia, infections due to medical care, sepsis, surgical wound infection, urinary tract infections, any adverse event);
2. Patient and staff satisfaction outcomes (quality of care, safety grade, safety culture, hospital recommendation, communication, burnout, overall satisfaction, NA job satisfaction, RN job satisfaction);
3. Process and organizational outcomes included process outcomes (medication errors, missed care) and organizational outcomes (length of stay, total cost measures, costs per bed day of care, costs per hospital admission).

Considering the grouped outcomes as proposed in the Doran framework (2013), we analyzed the associations present between the variable nursing skill mix measured according to the different approaches presented and mortality rates or clinical outcomes.

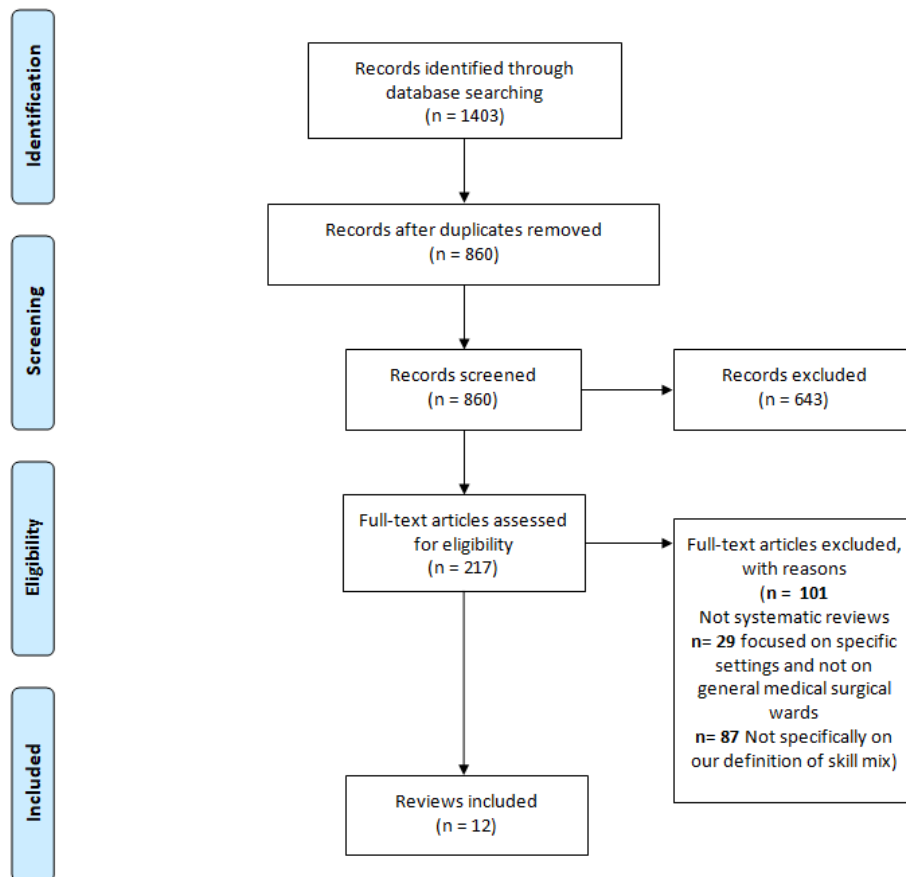
The results are presented according to the frequency of the associations reported in the studies included by the most studied to the least studied, in all areas.

2. Results

One thousand for hundred and three records were retrieved from the database. Two hundred and seventeen records were determined as potentially relevant for the topic, and twelve systematic reviews published between 2008 and 2018 were definitively included (**Fig. 1**).



FIGURE 1. PRISMA FLOW DIAGRAM – SYSTEMATIC REVIEWS



Five hundred and ninety-four primary studies were identified searching the reference list of all included reviews.

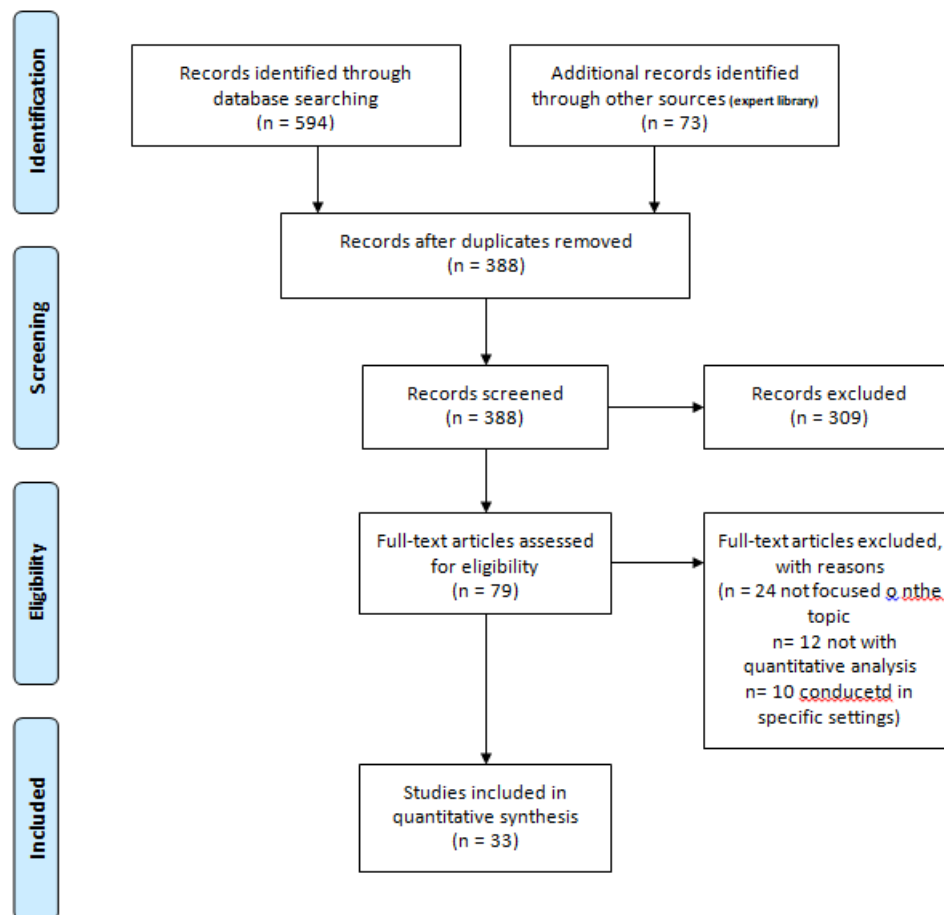
To provide a comprehensive overview and to identify any additional articles that may have been missed in the references searches, an international expert library focused on nursing skill mix consisting of seventy-three studies was examined to identify primary additional studies.

After duplicates removed three hundred and eighty-eight records were screened through the title, and abstract evaluation and 79 full-text articles were assessed for eligibility by independent researchers (RP, CD, PG). Thirty-three primary studies were definitively considered included.

A flow chart of the search strategy is presented in **Figure 2**.



FIGURE 2 | PRISMA 2009 Flow Diagram – primary studies



2.1. Overview of the selected papers

Thirty-three primary quantitative studies reporting associations between nursing skill mix and outcomes were included.

Papers were published between 2008 and 2017 using data gathered from 1999 to 2012. Thirty studies were observational (2 cross-sectional and longitudinal, 17 cross-sectional, 11 longitudinal) and 3 quasi-experimental studies. Studies ranged from single site to studies involving 1622 hospitals, with 27 studies of the thirty-three involving 10 or more hospitals.

All studies were conducted in developed countries, mainly in the USA (n=20). Information about the studies included in the review (data year, country, sample, design) are shown in **Table 2**.



TABLE 2. DESCRIPTION OF SELECTED STUDIES

Unique study ID	Publication year	Data year	Country	Sample	Design
Aiken et al. (2017)	2017	2007-2010	Europe (Belgium, England, Finland, Ireland, Spain and Switzerland)	243 Hospitals, 13,077 Nurses, 275,519 Patients	Cross-sectional
Griffiths et al. (2016)	2016	2009-2011	UK (England)	137 Hospitals (NHS Trusts), 18,971,847 Patients	Cross-sectional
Ball et al. (2014)	2014	2010	UK(England)	31 Hospitals (NHS trusts), 401 Wards, 2917 Nurses	Cross sectional
Dabney and Kalish (2015)	2015	Not declared	USA (Midwest)	2 Hospitals, 20 Wards, 729 Patients	Cross-sectional
Staggs and Dunton (2014)	2014	2011	USA	1361 Hospitals, 8069 Wards	Cross-sectional
Martsof et al. (2016)	2016	2009-2011	USA (California, Maryland, Nevada)	341 Hospitals	Cross-sectional and Longitudinal
Ausserhofer et al. (2013)	2013	2009-2010	Switzerland	35 Hospitals, 132 Wards, 1,630 Nurses	Cross-sectional
Ball et al. (2016)	2016	2010	Sweden	79 Hospitals, 10174 Nurses	Cross-sectional
Blegen et al. (2011)	2011	2005	USA	54 Hospitals, 587 Wards	Cross-sectional
Cook et al. (2012)	2012	2000-2006	USA (California)	294 Wards	Before and after
Duffield et al. (2011)	2011	2001-2006	Australia (New South Wales)	Longitudinal Nurse staffing data: 27 Hospitals, 286 Wards, 10,963,806 Nurses records Matched cross sectional/longitudinal: 13 Hospitals, 43 Wards	Cross sectional and Longitudinal
Harless and Mark (2010)	2010	1996-2001	USA (California)	283 Hospitals, 11,945,276 Patients	Longitudinal
Ibe et al. (2008)	2008	2005-2006	Japan	42 Hospitals, 87 Wards	Cross-sectional
Kalish et al. (2011)	2011	2008-2009	USA (Midwest)	10 Hospitals, 110 Wards, 4288 Nurses	Cross-sectional
Kutney-Lee et al. (2013)	2013	1999-2006	USA (Pennsylvania)	134 Hospitals, about 67,000 Nurses, 467,334 Patients	Longitudinal
Lake et al. (2010)	2010	2004	USA	636 Hospitals, 5,388 Wards	Cross-sectional
Li et al. (2011)	2011	2003	USA	125 Hospitals, 292 Wards, 139,360 Patients admissions, 110,646 Patients	Cross-sectional
Martsof et al. (2014)	2014	2008-2011	USA(California, Nevada, Maryland)	421 Hospitals, 18,474,860 Discharges	Longitudinal
Palese et al.(2015)	2015	2012	Italy	12 Hospitals, 12 Wards, 314 Nurses	Cross sectional
Patrician et al. (2011)	2011	2003-2006	USA	13 Hospitals, 31 Wards, 115,062 Shifts	Longitudinal
Sales et al. (2008)	2008	2003	USA	123 Hospitals, 453 Wards, 129,579 Patients	Cross sectional



Twigg et al. (2012)	2012	2002-2004	Australia (Perth)	3 Hospitals, 73,770 Nurse staffing records, 103,330 Patient records	Quasi experimental - Interrupted time series
He et al. (2013)	2013	2007-2008	USA	128 Hospitals, 446 Wards, 284,097 Patients discharged	Cross-sectional
Spetz et al. (2013)	2013	1999-2006	USA (California)	278 Hospitals, 1,645 Hospital-fiscal years	Multiple cross-section
Talsma et al. (2014)	2014	2003-2005	USA (Southeast Michigan)	6 Hospitals, 61 Wards	Longitudinal
De Cordova et al. (2014)	2014	2002-2006	USA	138 Hospitals, 8,243 Unit-Monthly Observations	Longitudinal
Schreuders et al. (2015)	2015	2004-2008	Australia (Western Australian)	3 Hospitals, 58 Wards, 256,984 Hospitalizations	Longitudinal
He et al. (2016)	2016	2004-2012	USA	Falls: 1622 Hospitals, 13339 Units Pressure ulcers: 1527 Hospitals, 2435 Units	Longitudinal
Pitkäaho et al. (2016)	2016	2008	Finland	1 Hospital, 20 Wards, 381 Nurses, 240 Observations, 35,306 Patients	Longitudinal
Staggs et al. (2016)	2016	2006-2010	USA	869 Hospitals, 3,101 Wards, 39,322 Quarters	Longitudinal
Twigg et al. (2016)	2016	2006-2010	Australia (Western Australia)	7 Hospitals, 33 AIN Wards, 31 non-AIN Wards, 256.302 Patient records	Quasi-experimental pretest-posttest control group
Ambrosi et al. (2017)	2017	2011-2012	Italy	12 Hospitals, 12 Wards, 205 RN, 109 NA, 1,464 Patients	Longitudinal
Kalish and Lee (2014)	2014	2008-2009	USA (Michigan, California)	11 Hospitals, 131 Wards, 3,523 RN, 1,012 NAs	Cross-sectional

2.2. Skill Mix measure and staff groups

Skill mix was operationalized with different approaches and in some studies more than one method was adopted. Approaches and staff groups considered in included studies were reported in **Table 3**.



TABLE 3. Staff groups considered in different approaches for skill-mix representation

	All direct care staff	RN+LPN	RN	LPN/LVN/EN/Associate Nurses	UAP/NA/HCSW/Care Workers	Doctor	SKILL MIX (Separated groups)	SKILL MIX (RN to all staff ratio)	SKILL MIX (Non-RN to all staff ratio)	SKILL MIX (interaction between two groups)		RN/CNS	LPN/VN/EN/Associate Nurses	UAP/NA/HCSW/Care Workers	Doctor
Aiken(2017)	•							RN / RN + other Licensed Nurses + Unlicensed Assistants			Aiken(2017)	1	1	1	0
Griffiths(2016)			V		V	V	RN+NHSW+ Doctor				Griffiths(2016)	1	0	1	1
Ball(2014)			V		V		RN+HCSW			RN x HCSW interaction	Ball(2014)	1	0	1	0
Dabney(2015)	•		V					RNHPD / NHPPD			Dabney(2015)	1	1	1	0
Staggs(2014)			V				RN+NonRN				Staggs(2014)	1	1	1	0
Martsof(2016)		V						RN / RN+LPN+Aides			Martsof(2016)	1	1	1	0
Ausserhofer (2013)					V		RN		% Non-RN / all nursing staff		Ausserhofer (2013)	1	0	1	0
Ball(2016)			V		V		RN+NA				Ball(2016)	1	0	1	0
Blegen(2011)	•							RNHPD / TotHPD			Blegen(2011)	1	1	1	0
Cook(2012)		V						RN HPPD / RN+LVN HPPD			Cook(2012)	1	1	0	0
Duffield(2011)			V					RN+CNS HPPD / NHPPD			Duffield(2011)	1	1	1	0



Harless(2010)			V	V	V		RN+LPN+Aid e			a) RN Staffing x LPN Staffing b) RN Staffing x Aide Staffing c) LPN Staffing x Aide Staffing	Harless(2010)	1	1	1	0
Ibe(2008)	•		V	V	V		RN+LPN+NA	% RNHPPD / NHPPD			Ibe(2008)	1	1	1	0
Kalish(2011)	•		V					RNHPPD / HPPD			Kalish(2011)	1	1	1	0
Kutney-Lee, A.(2013)			V					RN / RN+LPN+UAP			Kutney-Lee, A.(2013)	1	1	1	0
Lake, E. T.(2010)			V	V	V		RN+LPN+NA				Lake, E. T.(2010)	1	1	1	0
Li, Y.-F(2011)	•							RNHPPD / NHPPD			Li, Y.-F(2011)	1	1	1	0
Martsof, G. R.(2014)	•	V						a) RN / RN+LPN b) RN+LPN / RN+LPN+NA			Martsof, G. R.(2014)	1	1	1	0
Palese(2015)	•				V		RN+NA				Palese(2015)	1	0	1	0
Patrician(2011)	•							%RN HPPS / Tot NCHPPS	% LPN HPPS/ Tot NCHPPS		Patrician(2011)	1	1	1	0
Sales(2008)			V					RNHPPD / NHPPD			Sales(2008)	1	1	1	0
Twigg(2012)								% RNHPPD / NHPPD			Twigg(2012)	1	1	1	0
He (2013)	•							RNHPPD / HPPD			He (2013)	1	1	1	0
Spetz(2013)							RN+LVN			a) RNHPPD x NAHPPD b) RNHPPD x LVNHPPD c) LVNHPPD x NAHPPD	Spetz(2013)	1	1	1	0
Talsma(2014)	•		V					RN staff / (RN+LVN/LPN+UAP)			Talsma(2014)	1	1	1	0
de Cordova(2014)	•	V			V			% RNHPPD / HPPD	% UAPHPPD / HPPD %		de Cordova(2014)	1	1	1	0



									LPNHPPD/ HPPD							
Schreuders(2015)	•									NHppD x RNHPPD / NHppD		Schreuders(2015)	1	1	1	0
He(2016)	•							RNHPPD / HPPD				He(2016)	1	1	1	0
Pitkäaho(2016)	•							% RN HPPD / NHPPD				Pitkäaho(2016)	1	1	0	0
Staggs(2016)	•							RNHPPD / TNHPPD				Staggs(2016)	1	1	1	0
Twigg(2016)					V		RN / RN+EN+AIN					Twigg(2016)	1	1	1	0
Ambrosi(2017)			V					RN / RN+NA				Ambrosi(2017)	1	0	1	0
Kalish(2014)	•							RNHPPD / HPPD				Kalish(2014)	1	1	1	0
TOTAL	17	4	16	4	10	1	7	23	3	4		TOTAL	33	27	31	1



In twenty-two studies (66.7%) skill mix has been measured as *RN to all staff ratio* and the variable was created as the ratio of RN staffing level (22.6%, n= 6), or RN Hours Per Patient Day (HPPD) (77.3%, n=17), to all nursing staff.

All nursing staff has been operationalised as the sum of licensed nursing staff and unlicensed workers in all but two studies, in which just licensed workers were considered as nursing staff (Cook et al., 2012; Pitkääho et al., 2016).

Another way to measure skill mix was *Non-RN to all staff ratio*. Non registered nurse to all staff ratio was measured in two different ways: the proportion of nursing assistants to all staff (Ausserhofer et al., 2013 and De Cordova et al., 2014) and licensed nurse to all staff ratio (Patrician et al., 2011 and De Cordova et al., 2014).

Skill mix has been measured also with additive models in which healthcare workers are considered as *Multiple independant groups*. Hence, in nine studies authors have assumed that the staff groups independent variables add up in their impact but do not interact with each other (Harless and Mark, 2010; Lake et al., 2010; Spetz et al., 2013; Ball et al., 2014; Staggs and Dunton, 2014; Palese et al., 2015; Ball et al., 2016; Griffiths et al., 2016; Twigg et al., 2016). In Twigg et al. (2016), authors talked about skill mix as s the RN work hours divided by the total work.

hours and this would seem to lead to include the study among those who considered the skill mix as RN to all staff ratio, but the variable they have effectively adding is AiNs and so the results belong with the analysis of assistants as a separate variable.

Assuming that there is a reasonable interaction between the increase or decrease of one staffing group and another staffing group in interpreting the effects of these two variables on outcomes, four studies have considered skill mix as the *Interaction between groups* (Harless and Mark, 2010, Spetz et al., 2013, Ball et al., 2014; Schreuders et al., 2015). In all these four studies the interactions variables were constructed in consideration of the effect between RN and NA and in two studies (Harless and Mark, 2010, Spetz et al., 2013) authors have also considered the interaction between RN and LPN and LPN as an independent variable in the analysis of skill mix and outcomes relationships.

Staff groups considered to define nursing skill mix, RN were collected in all the studies selected and one study had also considered Clinical Nurses Specialist. Nursing Assistants (UAP, NA, HCSW, Care Workers) were measured in thirty-one papers, the second level of nursing staff such as Licensed Practice Nurses or Vocational Nurses or Enrolled or Associate Nurses were considered in 27 studies and just one study reported data on doctors.

2.3. Outcomes associated to skill mix

Ciascuno degli studi inclusi ha valutato gli impatti quantitativi dello skill mix infermieristico su outcomes rilevanti per i pazienti, il personale e i sistemi sanitari.

Considering the totality of the frequencies of the investigated outcomes, the clinical and security outcomes area is the most frequently investigated (73%), followed by the process and organizational outcomes area (16.5%) and finally by the patient and staff satisfaction outcomes (10.4%).



The most frequent outcomes investigated in included studies were, for mortality (33%, n=11) and pressure ulcers (33%, n=11) and the less frequent, reported by one study, were Quality of care, Safety grade, Safety culture, Burnout, NA job satisfaction, Total cost measures, Cost per bed day of care, Costs per hospital admission.



TABLE 4. OUTCOMES STUDIED IN ASSOCIATION TO NURSING SKILL MIX

	MORTALITY rates	PATIENT clinical outcomes											Patient/Staff SATISFACTION										ORGANIZATIONAL outcomes								PROCESS outcomes					
	MORTALITY (30d inpatient mortality, case mix adjusted mortality rate)	Failure to rescue	Central nervous system complications	Pain	Respiratory failure	Deep vein thrombosis	Shock or myocardial infarction	Gastrointestinal bleed	Metabolic derangement	Falls and falls with injuries	Pressure ulcers	Restraint	Pneumonia	Infections due to medical care	Sepsis	Surgical wound infection	Urinary tract infections	Bloodstrea m infection	Any adverse event	Quality of care	Safety grade	Safety culture	Recommendation of hospital	Communication	Burnout	Overall satisfaction /rating	NA job satisfaction	RN Job dissatisfaction	Lenght Of Stay (LOS)	Total cost measures	Cost per bed day of care (CPBDC)	Costs per hospital admission (CPHA)	Medication errors	Missed care		
Aiken(2017)	X								X	X							X			X	X	X				X	X		X							
Griffiths(2016)	X																																			
Ball(2014)																																			X	
Dabney(2015)																																			X	
Staggs(2014)									X																											
Martsoff(2016)				X																				X		X										
Ausserhofer (2013)									X	X		X					X	X																X		
Ball(2016)																																			X	
Blegen(2011)	X	X									X			X	X															X						
Cook(2012)		X									X																									
Duffield(2011)		X	X		X	X	X	X	X		X		X		X	X	X																			
Harless(2010)	X	X																																		
Ibel(2008)											X	X																								
Kalish(2011)																																				
Kutney-Lee, A.(2013)	X	X																																		
Lake, E. T.(2010)										X																										
Li, Y.-F(2011)																																X	X			
Martsoff, G. R.(2014)																			X											X	X					
Palese(2015)																																				
Patrician(2011)										X																									X	
Sales(2008)	X																																			
Twigg(2012)	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X		X	X	X													X						
He (2013)	X				X	X					X			X	X																					
Spetz(2013)		X			X									X																X						
Talsma(2014)		X																																		
de Cordova(2014)																														X						
Schreuders(2015)	X	X				X	X				X		X			X	X																			
He(2016)										X	X																									
Pitkäaho(2016)																														X						
Staggs(2016)												X																								
Twigg(2016)	X	X								X	X		X		X		X																			
Ambrosi(2017)	X																																			
Kalish(2014)																												X	X							
TOTAL	11	10	2	1	3	4	3	2	2	9	11	3	5	2	5	3	6	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	6	1	1	1	2	8		

2.4. Relationships between skill mix, mortality rates and clinical outcomes

Mortality rates

Ten studies included in our review have reported associations between nursing skill mix as the proportion of RN to all staff ratio and mortality measures: five studies found that higher proportion of RN to all nurse staff ratio was significantly associated with lower mortality rates (Blegen et al., 2011; Twigg et al., 2012; He et al., 2013; Aiken et al., 2017; Ambrosi et al., 2017) and three studies found the same direction of association but no statistically significant results were reported (Sales et al., 2008; Cook et al., 2012; Shreuders et al., 2015). One study showed no difference between higher Registered Nurse-mix levels and mortality (Talsma et al., 2014) and one other study reported a not significant increase (Kutney-Lee et al., 2013).

Among the studies that considered the nursing skill mix as multiple independent groups, more patients for RN was statistically significantly associated with increase in mortality rates, in medical admissions (Griffiths et al., 2016) and higher levels of registered nursing staffing were associated with lower levels of mortality (Duffield et al., 2011). Not statistically significant associations were also reported regarding the association to higher number of RN or 1-hour increases in RN HPPD and lower mortality rates (Harless et al., 2010; Spetz et al., 2013; Talsma et al., 2014).

Increasing the number of NA was statistically associated with higher mortality rates (Twigg et al., 2016), as the increase in the number of occupied beds for NA was statistically significantly associated with the decrease of mortality, in medical admissions (Griffiths et al., 2016); not statistically significant associations were reported regarding the presence of more NAs and lower mortality rates (Harless et al., 2010).

Higher number of beds occupied by FTE Doctor was statistically associated with an increase in mortality in medical and surgical admissions (Griffiths et al., 2016).

Higher levels of the interaction between RN staffing and LPN staffing was statistically significant associated with lower mortality rates; no effects were found between levels of RN Staffing and Aide Staffing interactions or LPN Staffing and aide staffing and mortality (Harless et al., 2010).

The interaction between NHPPD and low RN percentage was statistically significant associated with lower mortality rates and no significant associations were reported for the interaction between NHPPD and mid or high RN percentage (Schreuders et al., 2015)

No studies that have investigated the relationship between skill mix considered as the proportion of NA to all staff ratio and outcomes have reported results on the association with mortality rates.

Others clinical and security outcomes

Eight studies that measured skill mix as RN to all nursing staff ratio, explored associations between pressure ulcers and nursing skill mix. Four of these showed significantly fewer pressure ulcers were associated with higher skill mix (Ibe et al., 2008; Duffield et al., 2011; Twigg et al., 2012; Aiken et al., 2017). Two studies found the same direction of the association but without significant results (Blegen et al., 2011; Cook et al., 2012). One study reported two statistically significant associations between skill mix and pressure ulcers: considering seasonal variation, higher skill mixes are significantly associated with higher all pressure ulcers rate and with less Stage III or Above pressure ulcers (He et al., 2016).

For pressure ulcers no significant association with skill mixes richer in nursing assistants was found; the direction of the not significant associations showed that a higher proportion of NA in nursing skill mix



decrease pressure ulcers (Ausserhofer et al., 2013).

Concerning skill mix measured as multiple independent groups, higher RN hours per patient day were associated with decreased rates of pressure ulcers in one study (Duffield et al., 2011); in other studies no significant associations between increased RN hours and pressure ulcers were found (Ibe et al., 2008; Ausserhofer et al., 2013; Spetz et al., 2013).

More LPN hours per patient day were statistically significant associated with less pressure ulcers (Ibe et al., 2008).

Ibe and colleagues (2008) shown also that more NA hours per patient was statistically significant associated with lower pressure ulcers rate, while in Twigg et al. (2016) and in Ausserhofer et al. (2013) relationships between higher NA and pressure ulcers were not significant.

Falls and falls with injuries were reported as outcomes in three studies: two of these have found significant association between higher RN skill mix and lower falls rate (Patrician et al., 2011 and Aiken et al., 2017), whereas in one study were reported a significant association between higher RN skill mix and higher total falls rate; not significant associations were found between RN mix and injurious falls. (He et al., 2016). For falls and falls with injuries no significant associations with skill mixes richer in nursing assistants was found; the direction of the not significant associations showed that a higher proportion of NA in nursing skill mix increase falls (Ausserhofer et al., 2013).

Associations between unassisted fall rates and nurse staffing were studied also in studies that had considered skill mix as multiple independent groups: the relationship between higher RN proportion and falls rate was no significant in non-ICU units in Lake et al. (2010) whereas in Staggs et al. (2014) higher RN staffing was weakly associated with lower fall rates, for medical–surgical units and on medical units, the association between RN staffing and fall rates depended on the level of staffing: at lower staffing level the fall rate increased as staffing increased, but at moderate and high staffing levels, the fall rate decreased as staffing increased.

At contrary higher RN skill-mix was significant associated with higher fall rate in He et al. (2016).

Additional licensed practical nurse (LPN) or nursing assistant (NA) hours were associated with a higher fall rate (Lake et al., 2010, Staggs et al., 2014, Twigg et al., 2016).

Patrician et al. (2011) had also measured skill mix as the proportion of licensed practical nurse to all staff ratio and results demonstrated that higher level of licensed practical nurse in the skill mix had positive effects on falls and falls with injuries; the decrease of these two outcomes was statistically significant.

In three studies the association between skill mix and sepsis was studied (Blegen et al., 2011; Duffield et al., 2011; Twigg et al., 2012). In all studies, better skill mixes were associated with lower sepsis rates and in two studies this association was significant (Duffield et al., 2011; Twigg et al., 2012).

In studies that had considered skill mix as multiple separated groups, the relation between more RN and LVN and sepsis was not statistically significant associated (Spetz et al., 2013) and also more NA and sepsis was not statistically significant associated (Twigg et al., 2016).

Two studies found a significant association between higher RN mix and shock or myocardial infarction (Duffield et al., 2011; Twigg et al., 2012). The interaction between RN skill mixes and NHPPD had no significant relationships with shock or myocardial infarction (Scheruders et al., 2015).



Two studies have investigated the relationships between skill mix and restraint (Ibe et al., 2008; Staggs et al., 2016) and no significant associations were reported. One study found a not significant decrease in restraint with skill mix richer in RN (Staggs et al., 2016) and the other one reported an increase in restraint with skill mix richer in RN (Ibe et al., 2008).

Two studies have described the association between skill mix and urinary tract infections (Twigg et al., 2012; Aiken et al., 2017). Twigg et al. (2012) have reported a significant increase in urinary tract infections and a higher proportion of RN in nursing skill mix and one study have found a not significant association between higher proportion of RN in nursing skill mix and lower urinary tract infections rates (Aiken et al., 2017).

For urinary tract infections no significant associations with skill mixes richer in Nursing Assistants was found (Ausserhofer et al., 2013).

In the studies that considered the skill mix as independent multiple groups, just one study found that adding NA was significant associated to increase UTI (Twigg et al., 2016) while in others studies no significant relationships between the proportion of registered nurse and urinary tract infections were found (Duffield et al., 2011); also the interaction between nursing hours per patient day and RN skill mix had no significant relationships with urinary tract infections (Scheruders et al., 2015).

For bloodstream infections the only study that had investigated this outcomes in relation to skill mix, found no significant associations with skill mixes richer in nursing assistants (Ausserhofer et al., 2013).

Higher proportion of RN in nursing skill mix was associated with lower pneumonia and lower respiratory failure rates.

Statistically significant associations were found between higher RN skill mix and pneumonia (Twigg et al., 2012) and between higher RN skill mix and respiratory failure (Duffield et al., 2011); for respiratory failure the same direction of the association was reported in another study without significant results (Twigg et al., 2012). Higher Non-RN skill mix had a significant effect on increase of pneumonia (Ausserhofer et al., 2013).

Within studies that considered skill mix as multiple independent groups, a statistically significant association between the proportion of time that patients spent on wards where assistants in nursing were employed and increased odds of pneumonia was reported (Twigg et al., 2016); no significant relationships between nursing staff levels and respiratory failure by Spetz et al. (2013).

Interactions between nursing staff levels had no statistically significant association with respiratory failure (Spetz et al., 2013) and also the interaction between NHPPD and RNHPPD had no significant association with the outcome (Scheruders et al., 2015).

Deep vein thrombosis was studied in association to nursing skill mix in two studies: a statistically significant association between higher proportion of RN in nursing skill mix and lower deep vein thrombosis was reported in one study (Twigg et al., 2012), whereas, in another one, no significant relationships were found between higher RN skill mix and deep vein thrombosis (Duffield et al., 2011). No significant relationship was also found between the outcome and interactions between NHPPD and RNHPPD (Scheruders et al., 2015).

A significant association was found between higher RN skill mix and lower metabolic derangement (Duffield et al., 2011), and not significant associations were reported in another study (Twigg et al., 2012).

Infections due to medical care were studied by Blegen et al. (2011) and they found that infections rates were statistically significant lower in Non-safety-net hospitals with higher RN mix, whereas there was a not statistically significant association in safety hospitals between higher RN skill mix and higher infections rate.



Concerning gastrointestinal bleed two studies reported significant associations between higher RN skill mix and lower gastrointestinal bleed rates (Duffield et al., 2011 and Twigg et al., 2012).

Adverse events measured at the discharge level, that represented the occurrence of any of the eight nursing-sensitive quality indicators selected by authors, were studied by Martsof et al. (2014). Skill mix was not significantly associated with adverse events, also where nursing staff included aides.

RN hours were associated with lower rates of central nervous system derangement in Duffield et al. (2011), whereas none significant association was found between skill mix richer in RN and central nervous system complications by Twigg et al. (2012).

Pain was studied in association to skill mixes richer in RN just in one study in which no significant relationship was found (Martsof et al., 2016).

No significant relationships between skill mix richer in RN and surgical wound infection were found (Duffield et al., 2011; Twigg et al., 2012).

The interaction between Nursing Hours Per Patient Day and the percentage of RN was significant associated with surgical wound infections just when the percentage of RN was low; in mid and high percentage of RN no significant associations were found (Schereuders et al., 2015)

Skill mix and patient and staff satisfaction outcomes

About patient and staff satisfaction outcomes, one study has investigated the relationship between skill mix richer in RN and communication with nurses or communication about medicines and discharge information (Martsof et al., 2016) reporting a significant decrease in communication in the presence of a higher proportion of RN in skill mix.

Registered nurse job satisfaction was reported in two studies (Kalish and Lee, 2014; Aiken et al., 2017). Both studies showed higher registered nurse job satisfaction was associated with skill mix richer in RN although the association was significant in only one study (Aiken et al. 2017). A higher proportion of RN in nursing skill mix was significantly related to lower NA satisfaction (Kalish and Lee, 2014).

Registered nurse job satisfaction was reported in two studies (Kalish and Lee, 2014; Aiken et al., 2017) and in both studies an increase of nurse job satisfaction was associated with skill mix richer in RN. In Aiken et al. (2017) study there was a statistically significant association, while in the second study the association was not significant (Kalish and Lee, 2014).

In Kalish and Lee (2014) study nursing assistance job satisfaction was also reported: a higher proportion of RN in nursing Skill mix was significantly related to lower NA satisfaction.

Hospital recommendation reported by patients was investigated in association with nursing skill mix in two studies: in one study higher RN mix were statistically significant associated with higher hospital recommendation rate (Aiken et al., 2017), while in the second study none significant association was reported (Martsof et al., 2016).

None association between higher proportion of nursing aides in nursing skill mix and hospital recommendation rates was statistically significant (Ausserhofer et al., 2013).

Regarding overall satisfaction on the quality of care, two studies have investigated this outcome in relation to nursing skill mix. In Martsof et al. (2016) was reported a decrease of satisfaction for quality of care related to



higher RN skill mix but with no significant results. Aiken et al. (2017) have also investigated this association, and they showed a significant increase in overall satisfaction on the quality of care in the presence of a higher proportion of RN in nursing skill mix.

In Aiken et al. (2017) more RN in nursing skill mix was also statistically significant associated with higher nurse-reported quality of care rates, with lower poor safety grade and poor safety culture rates.

No significant associations were found between higher RN skill mix and burnout (Aiken et al., 2017).

Skill mix and patient and process and organizational outcomes

Six process and organizational outcomes were studied in relation to nursing skill mix.

Four studies reported the associations between length of stay and skill mix richer in RN (Blegen et al., 2011; Twigg et al., 2012; Martsof et al., 2014; Pitkääho et al., 2016). Two studies reported no effect on length of stay rate (Blegen et al., 2011 and Pitkääho et al., 2016), while two studies reported lower rates of length of stay (Twigg et al., 2012 and Martsof et al., 2014), but no one of these associations was statistically significant.

Length of stay was studied in relation to unlicensed assistive personnel by De Cordova and colleagues (2014) and they reported that skill mixes richer in NA increased the length of stay with a statistically significant association.

In the same study (De Cordova et al., 2014) the length of stay was also studied in relation to the licensed practical nurse to all staff ratio and was found that higher levels of licensed practical nurse in skill mix had a not significant relation to an increase in the length of stay rate.

The marginal effects of a 1-hour increase in Nursing Intensity Weight-adjusted Registered Nurse hours per patient day was studied in relation to the percent change in mean length of stay for patients experiencing the adverse event: the mean LOS for patients experiencing selected infections due to medical care decreased significantly, with a larger decline found among hospitals with RN HPPD at the 25th percentile and at the median; the LOS also decreased with the addition of nurses for pressure ulcers and postoperative respiratory failure, but these changes are not statistically significant. The LOS rises for postoperative sepsis, and the relationship is mixed for PE/DVT (all not statistically significant) (Spetz et al., 2013).

Martsof et al. (2014) reported the associations between higher RN skill mix and total cost measures: a higher staff skill mix is associated with significant reductions in patient care costs if skill mix is considered as RN to licensed practical nurse ratio, while skill mix was not significantly associated with costs in the model including aides. If hospitals moved from the mean for nurses as a proportion of all nursing staff, including aides, to the 75th percentile no change in cost was found.

Costs were studied in association with skill mix also considering Cost Per Bed Day of Care and Costs Per Hospital Admission (Li et al., 2011). RN skill mix, per 1% point increase, was associated (coefficient= \$13.31, $P < 0.001$) with higher Cost Per Bed Day of Care for surgical admissions and Cost Per Bed Day of Care also for medical admissions were positively associated with RN skill mix (coefficient= \$5.64, $P < 0.001$). A higher RN skill mix was not associated with Costs Per Hospital Admission, after controlling for predicted inpatient costs neither for surgical nor medical admissions.



Missed care were reported in two studies (Kalish et al., 2011 and Dabney et al., 2015): the first study collected data on missed care using MISSCARE Survey–Patient elaborated by Kalisch and Williams (2009) and in the second one MISSCARE Survey Kalisch and Williams (2009b), based on nurses answers, was used.

RN skill mix was negatively correlated to missed timeliness (Dabney et al., 2015) so having a higher ratio of RNs to other nursing staff was associated with patients receiving their care faster. Basic care, Communication, Overall missed care were not statistically correlated to RN skill mix in neither of the two studies (Kalish et al., 2011 and Dabney et al., 2015).

In studies in which skill mix was considered as multiple independent groups was reported that the number of patients per Registered Nurse was significantly associated with higher missed care rates (Ball et al., 2014; Palese et al., 2015; Ball et al., 2016) and higher Registered Nurse minutes per patient per day were significantly associated to a reduction of missed care (Palese et al., 2015).

Where support workers cared for fewer than four patients, odds of missing care were slightly reduced (Ball et al., 2016).

Regarding interactions between Registered Nurse and Nursing Assistants, no evidence was found regarding the action of nursing assistants as substitutes or complements for Registered Nurses because missed care didn't decrease in shifts with higher Nursing Assistants than other shifts (Ball et al., 2014).

A higher number of total nursing care hours provided by RN per shift was significantly associated with fewer medication administration errors occurring in medical-surgical units, as reported also for skill mixes richer in LPN (Patrician et al., 2011). No significant associations were found between higher proportion of nursing aides in nursing staff and medication administration errors (Ausserhofer et al., 2013).

3. Discussion

We have summarized the associations on mortality rates and, considering the high number of statistically significant associations that reported the decrease in mortality and failure to rescue in the presence of skill mixes richer in RN and the absence of significant relationships in the opposite direction, there was a clear evidence of good effects in increasing the proportion of registered nurses in nursing skill mix on mortality rates.

An overview of the fifteen clinical and security outcomes investigated in relation to RN to all nursing staff ratio, shows that significant associations were found between skill mixes richer in RN and ten outcomes: respiratory failure, deep vein thrombosis, shock or myocardial infarction, gastrointestinal bleed, metabolic derangement, falls and falls with injuries, pressure ulcers, infections due to medical care, sepsis, pneumonia. Better results when skill mix is richer in RN were also found for central nervous system complications, and restraint but no significant association was found.

Some associations have to be more studied to clarify the direction and the statistical significance of the associations; surgical wound infections and adverse events were outcomes in which the relationship with skill mix richer in RN presented opposite directions of association.

All patient and staff satisfaction outcomes increased if skill mix were richer in RN, except for nursing assistant satisfaction that had a decrease.



Summarizing results of the impact of skill mix richer in Non-Registered Nurse, there were worse results on urinary tract infections, pneumonia, bloodstream infections and length of stay and better results on pressure ulcers, falls and falls with injuries, hospital recommendation and medication administration errors.

The most frequently reported mode of representation and measurement of the skill mix was the ratio of assistance hours provided by RN and the hourly amount of assistance provided by the entire assistance staff (RNHPPD / HPPD); therefore this approach turns out to be the most useful for the comparison of the results between the studies available to date and the results of future studies with what has already been studied.

In the same way as done for the nursing staff, the support staff's contribution in delivering care has also been investigated. Different studies found no association between skill-mix richer in support staff with mortality (Unruh et al., 2007), failure to rescue (Park et al., 2012), length of stay (Unruh et al., 2007) or missed care (Ball et al., 2013). At the same time higher HCA staffings are proven to be associated with higher rates of falls (Hart and Davis, 2011, Lake et al., 2010), pressure ulcers (Seago et al., 2006), readmission rates (Weiss et al., 2011), medication errors (Seago et al., 2006), physical restraints (Hart and Davis, 2011) and lower patient satisfaction (Seago et al., 2006).

In the composition of the skill mix, it is necessary to investigate the contribution of the various staff groups in order to take into consideration all the variables potentially influencing the effects on the outcomes (Griffiths et al., 2014). The contribution of medical personnel in our review was considered only in one study (Griffiths et al., 2016) and this absence could have important effects on the associations between nursing skill mix and outcomes.

Even associations between non-RN (LPN or NA) staff groups and outcomes are poorly studied; the limited results available are not statistically significant so it is difficult to provide a comprehensive picture of the contribution of each staff group to achieving safety and quality results.

Not only the individually designed staff groups can have effects on the investigated outcomes but also the interactions among the different staff groups, considering the interdependent role of the nursing staff (Irvine and Sidani, 1998), it is reasonable to think that they can influence the relationship between nursing skill mix and the outcomes of the care path.

Few studies have foreseen the use in the models of analysis of such interactions, the values of these associations are often absent in the results and the results are generically commented.

The attempt to compare the effects of the best RN skill mix or Non-RN skill mix relative to the length of stay is not supported in a solid way by the available results. New studies with designs that contemplate cost-effectiveness analysis applied to nursing practice and report effects in skill-mix variations and discussing the importance of both costs and benefits in decision-making need to be developed (Beninsk et al., 2013; et al., 2015).

In the Australian context (Twigg et al., 2012 and 2016), as in the Irish one (Drennan et al., 2018), changes in the methods of calculation and distribution of welfare standards have recently been introduced and this innovation has allowed the opportunity to carry out semi-experimental studies comparing pre and post-change situations.

To develop new studies with almost experimental or experimental designs and with greater clarity and methodological transparency, in particular in the description of the variables and in the results reports would make the performed studies comparable and comparable (Shekelle et al., 2013; Griffiths et al. 2014).



Recently, quasi-experimental protocols have been published that in the evaluation of the associations between skill mix and outcomes explicitly explain the planned phases in a methodologically detailed way, providing a more methodological contribution to the knowledge related to the topic under analysis (Drennan et al., 2018).

Patients and staff satisfaction outcomes and organizational outcomes have been less investigated and need further study, in particular to study and provide data on the management dimension of the effects of skill mix variations.

4. Strengths and limitations

The broad and inclusive approach of the screening process to identify systematic reviews on nursing skill mix and outcomes produced a wide range of findings that is representative of the current state of the literature on our topic.

For this review we have chosen to perform a search in the electronic databases only for the retrieval of systematic reviews also because the lack of a MeSH term for skill mix leads to a rather complex and time-consuming search strategy.

In consideration of the quantity of the included studies and the reported outcomes, we consider the loss of potential studies eligible studies to be acceptable.

The heterogeneity of the methods of measuring the skill mix, the chosen analysis models and the quantity of the investigated outcomes made it difficult to provide a summary of the results and future research could further deepen some aspects of this first mapping.

The quality of the evidence on which the results of this review have been elaborated consists mainly of observational studies; future quasi-experimental research will provide more solid evidence.

5. Conclusions

This scoping review contributes to a portrayal of approaches used to investigate nursing skill mix and to analyze the associations with outcomes.

This review provides some methodological reference elements for researchers for conducting future analyzes of the effects that the nursing skill mix has on clinical and safety outcomes, patient and staff satisfaction or organizational and to improve comparability between results.

There is enough evidence to sustain that higher proportion of RN in nursing workforce is associated to better clinical, organizational and process outcomes; higher proportion of Nursing Assistant is not always associated with better outcomes and the substitution between Nursing Assistants and Registered Nurses is not associated with better outcomes.

Our results define the contribution of the various staff groups present in the assistance skill mix to guide managers and politicians to achieve safety and quality results in healthcare systems with few economic resources.

6. Author contribution

All authors gave their final approval of the version of the manuscript submitted for publication.



7. References

- Aiken, L. H., Sloane, D., Griffiths, P., Rafferty, A. M., Bruyneel, L., McHugh, M., Maier, C. B., Moreno-Casbas, T., Ball, J.E., Ausserhofer, D. and Sermeus, W. (2017). "Nursing skill mix in European hospitals: cross-sectional study of the association with mortality, patient ratings, and quality of care." *BMJ Qual Saf*, 26(7), 559-568. doi:10.1136/bmjqs-2016-005567
- Ambrosi, E., De Togni, S., Guarnier, A., Barelli, P., Zambiasi, P., Allegrini, E., Bazoli, L., Casson, P., Marin, M., Padovan, M., Picogna, M., Taddia, P., Salmaso, D., Chiari, P., Frison, T., Marognolli, O., Canzan, F., Saiani, L., Palese, A.(2017). "In-hospital elderly mortality and associated factors in 12 Italian acute medical units: findings from an exploratory longitudinal study." *Aging Clin Exp Res* 29(3): 517-527
- Ausserhofer, D., Ausserhofer, D., Schubert, M., Desmedt, M., Blegen, M. A., De, Geest S., Schwendimann, R. (2013). "The association of patient safety climate and nurse-related organizational factors with selected patient outcomes: a cross-sectional survey." *International Journal of Nursing Studies* 50(2): 240-252
- Ball, J. E., Murrells, T., Rafferty, A. M., Morrow, E., Griffiths, P. (2014). "'Care left undone'during nursing shifts: associations with workload and perceived quality of care." *BMJ Quality & Safety: bmjqs-2012-001767*
- Ball, J. E., Griffiths, P., Rafferty, A. M., Lindqvist, R., Murrells, T., Tishelman, C. (2016). "A cross-sectional study of 'care left undone' on nursing shifts in hospitals." *J Adv Nurs* 72(9): 2086-2097
- Blegen, M. A., Goode, C., Spetz, J., Vaughn, T., Park, S. H. (2011). "Nurse Staffing effects on patient outcomes: safety-net and non-safety net hospitals." *Medical Care* 49(4): 406-414
- Cook, A., Gaynor, M., Stephens, M., Jr., Taylor, L. (2012). "The effect of a hospital nurse staffing mandate on patient health outcomes: evidence from California's minimum staffing regulation." *J Health Econ* 31(2): 340-348
- Dabney, B. W. and Kalisch B. J. (2015). "Nurse Staffing Levels and Patient-Reported Missed Nursing Care." *J Nurs Care Qual* 30(4): 306-312
- de Cordova, P. B., et al. (2014). "Night and Day in the VA: Associations Between Night Shift Staffing, Nurse Workforce Characteristics, and Length of Stay." *Research in Nursing & Health* 37(2): 90-97
- Duffield, C., Diers, D., O'Brien-Pallas, L., Aisbett, C., Roche, M., King, M., Aisbett, K. (2011). "Nursing staffing, nursing workload, the work environment and patient outcomes." *Applied nursing research* 24(4): 244-255
- Griffiths, P., Ball J., Murrells T., Jones S. and Rafferty A.M. (2016). "Registered nurse, healthcare support worker, medical staffing levels and mortality in English hospital trusts: a cross-sectional study." *BMJ Open* 6(2): e008751
- Harless, D. W. and B. A. Mark (2010). "Nurse staffing and quality of care with direct measurement of inpatient staffing." *Medical Care* 48(7): 659-663
- He, J. H., Almenoff, P. L., Keighley, J., Li, Y. F. (2013). "Impact of Patient-Level Risk Adjustment on the Findings About Nurse Staffing and 30-Day Mortality in Veterans Affairs Acute Care Hospitals." *Nursing Research* 62(4): 226-232



- He, J., Staggs, V.S., Bergquist-Beringer, S., Dunton, N. (2016). "Nurse staffing and patient outcomes: a longitudinal study on trend and seasonality." *BMC Nursing* 15(1): 60
- Ibe, T., Ishizaki, T., Oku, H., Ota, K., Takabatake, Y., Iseda, A., Ishikawa, Y., Ueda, A. (2008). "Predictors of pressure ulcer and physical restraint prevalence in Japanese acute care units." *Japan Journal of Nursing Science* 5(2): 91-98
- Kalisch, B. J., Tschannen, D., Lee, K. H. (2011). "Do staffing levels predict missed nursing care?" *Int J Qual Health Care* 23(3): 302-308
- Kalisch, B. and K. H. Lee (2014). "Staffing and job satisfaction: nurses and nursing assistants." *Journal of nursing management* 22(4): 465-471
- Kutney-Lee, A., Sloane, D. M., Aiken, L. H. (2013). "An Increase In The Number Of Nurses With Baccalaureate Degrees Is Linked To Lower Rates Of Postsurgery Mortality." *Health Affairs* 32(3): 579-586
- Lake, E. T., et al. (2010). "Patient falls: Association with hospital Magnet status and nursing unit staffing." *Res Nurs Health* 33(5): 413-425
- Li, Y.-F., Wong, E. S., Sales, A. E., Sharp, N. D., Needleman, J., Maciejewski, M. L., Lowy, E., Alt-White, A. C., Liu, C.-F.(2011). "Nurse staffing and patient care costs in acute inpatient nursing units." *Medical Care* 49(8): 708-715
- Martsof, G. R., Auerbach, D., Benevent, R., Stocks, C., Jiang, H. J., Pearson, M. L., Ehrlich, E. D., Gibson, T. B. (2014). "Examining the value of inpatient nurse staffing: an assessment of quality and patient care costs." *Med Care* 52(11): 982-988
- Martsof, G. R., Gibson, T. B., Benevent, R., Jiang, H. J., Stocks, C., Ehrlich, E. D., Kandrack, R., Auerbach, D. I. (2016). "An Examination of Hospital Nurse Staffing and Patient Experience with Care: Differences between Cross-Sectional and Longitudinal Estimates." *Health Serv Res* 51(6): 2221-2241
- Palese, A., Ambrosi, E., Prosperi, L., Guarnier, A., Barelli, P., Zambiasi, P., Allegrini, E., Bazoli, L., Casson, P., Marin, M., Padovan, M., Picogna, M., Taddia, P., Salmaso, D., Chiari, P., Marognolli, O., Canzan, F., Gonella, S., Saiani, L.(2015). "Missed nursing care and predicting factors in the Italian medical care setting." *Intern Emerg Med* 10(6): 693-702
- Patrician, P. A., Loan, L., McCarthy, M., Fridman, M., Donaldson, N., Bingham, M., Brosch, L. R. (2011). "The association of shift-level nurse staffing with adverse patient events." *Journal of Nursing Administration* 41(2): 64-70
- Sales, A., Sales, A., Sharp, N., Li, Y. F., Lowy, E., Greiner, G., Liu, C. F., Alt-White, A., Rick, C., Sochalski, J., Mitchell, P. H., Rosenthal, G., Stetler, C., Cournoyer, P., Needleman, J. (2008). "The association between nursing factors and patient mortality in the Veterans Health Administration: the view from the nursing unit level." *Medical Care* 46(9): 938-945
- Schreuders, L. W., Bremner, A. P., Geelhoed, E., Finn, J. (2015). "The relationship between nurse staffing and inpatient complications." *Journal of Advanced Nursing* 71(4): 800-812
- Spetz, J., Harless, D. W., Herrera, C. N., Mark, B. A. (2013). "Using minimum nurse staffing regulations to measure the relationship between nursing and hospital quality of care." *Med Care Res Rev* 70(4): 380-399



- Staggs, V. S. and Dunton N. (2014). "Associations between rates of unassisted inpatient falls and levels of registered and non-registered nurse staffing." *Int J Qual Health Care* 26(1): 87-92
- Talsma, A., Jones, K., Guo, Y., Wilson, D., Campbell, D. A. (2014). "The relationship between nurse staffing and failure to rescue: Where does it matter most?" *Journal of patient safety*
- Twigg, D., Duffield, Christine B., Alexandra R., Pat Finn, J. (2012). "Impact of skill mix variations on patient outcomes following implementation of nursing hours per patient day staffing: a retrospective study." *Journal of Advanced Nursing* 68(12): 2710-2718
- Pitkääho, T., Partanen, P., Miettinen, M. H., Vehviläinen-Julkunen, K. (2016). "The relationship between nurse staffing and length of stay in acute-care: a one-year time-series data." *Journal of Nursing Management* 24(5): 571-579
- Staggs, V. S., Olds, D. M., Cramer, E., Shorr, R. I. (2016). "Nursing Skill Mix, Nurse Staffing Level, and Physical Restraint Use in US Hospitals: a Longitudinal Study." *Journal of General Internal Medicine*: 1-7
- Twigg, D. E., Myers, H., Duffield, C., Pugh, J. D., Gelder, L., Roche, M. (2016). "The impact of adding assistants in nursing to acute care hospital ward nurse staffing on adverse patient outcomes: An analysis of administrative health data." *Int J Nurs Stud* 63: 189-200

1.2 BACKGROUND NAZIONALE

Come evidenziato dalla revisione di letteratura, il fenomeno dello skill mix è da tempo approfondito nella letteratura internazionale e diversi studi hanno approcciato alla tematica del mix di competenze e professionalità presenti nello staffing assistenziale proponendo modelli di raccolta e analisi dei dati, talvolta tra loro disomogenei.

Lo skill mix, parimenti allo staffing, è una misura di gestione delle risorse umane divenuta particolarmente rilevante per il contesto italiano negli ultimi anni; il momento storico di razionalizzazione delle risorse del sistema sanitario nazionale e parallelamente di sempre crescente domanda di assistenza sanitaria ha richiesto e richiede tuttora una gestione appropriata del personale assistenziale al fine di rendere sempre più efficienti i processi manageriali e assistenziali.

Le necessità delle persone assistite sono in continua evoluzione: come evidenziato dai dati pubblicati nel prospetto mondiale delle Nazioni Unite del 2015, il numero di persone anziane, ovvero con 60 anni o più, è aumentato vertiginosamente negli ultimi anni e questa crescita è destinata a subire una brusca accelerazione nei decenni a venire. A livello mondiale, nel 2015, le persone con più di 60 anni erano 901 milioni, con un aumento del 48% rispetto ai 607 milioni del 2000. Tra il 2015 e il 2030 la popolazione ultrasessantenne si prevede aumenterà del 56% (da 901 milioni a 1,4 milioni) ed entro il 2050 è destinata a raddoppiare. Per quanto riguarda gli ultraottantenni, definiti in letteratura come gli *oldest old* (i vecchi più vecchi), la crescita avverrà più rapidamente e, secondo i pronostici, tenderà a triplicarsi entro il 2050 (**Figura 3**).

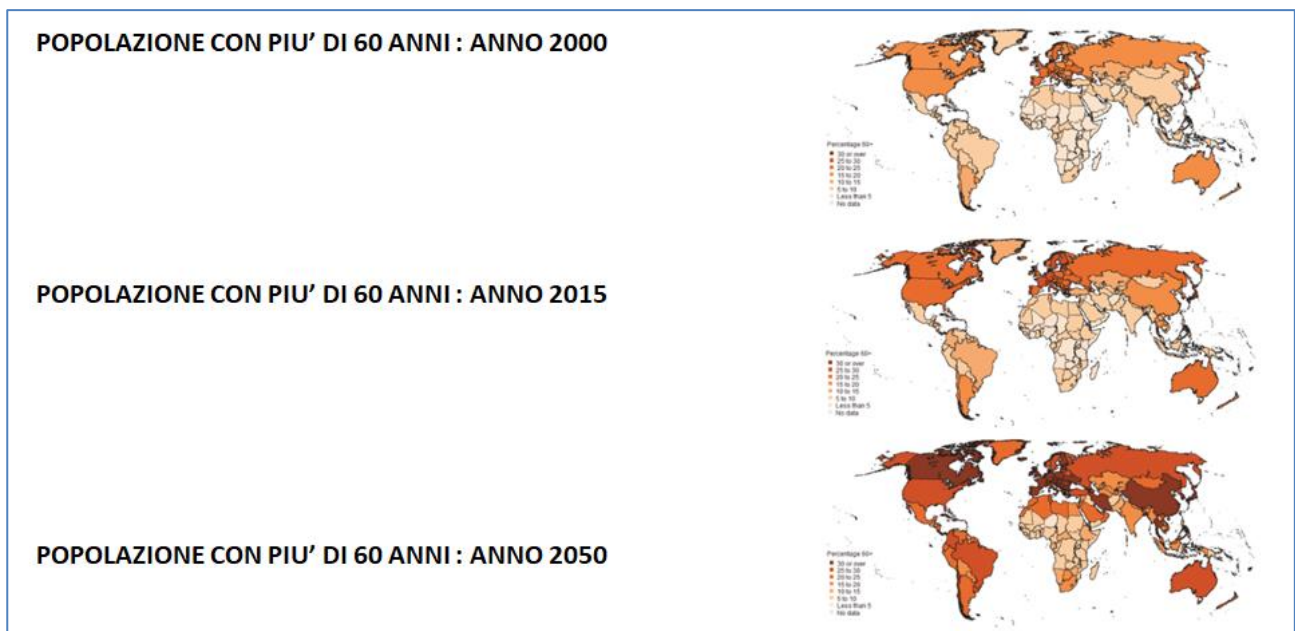


Figura 3. Rappresentazione della distribuzione mondiale della popolazione anziana

Sotto il profilo demografico l'Italia è uno dei paesi più vecchi d'Europa e del mondo con la sua quota di ultra 65enni sul totale della popolazione che secondo dati EUROSTAT a gennaio 2013 è pari al 21,2%; l'unico dato paragonabile in Europa è quello della Germania (20,7%).

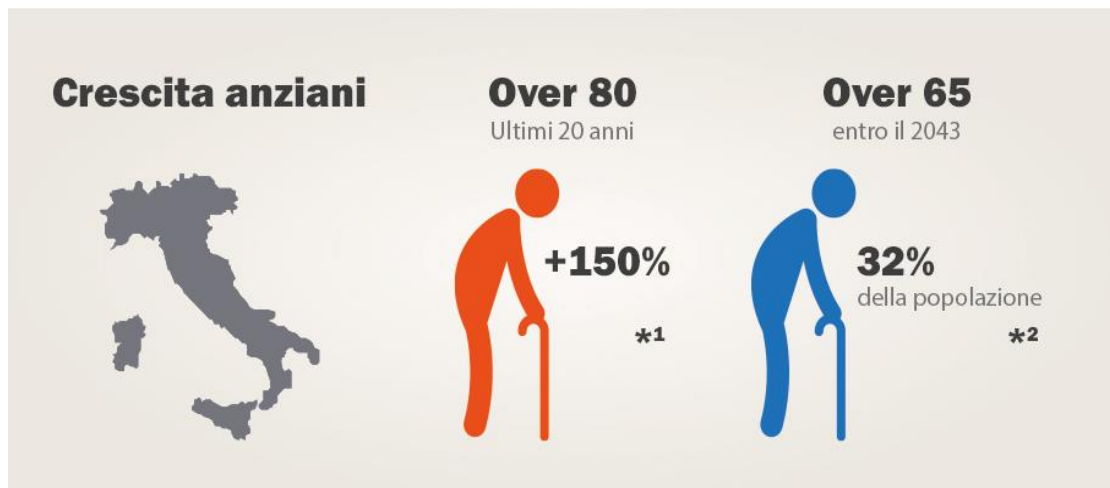


Figura 4. Proporzione popolazione anziana contesto italiano

Le prospettive epidemiologiche riferite alla distribuzione della popolazione nelle diverse fasce d'età, l'allungamento della vita media sarà il paradigma dominante anche per gli anni a venire.

Se la piramide della distribuzione della popolazione si distribuirà come mostrato in figura quindi con percentuali elevate di persone in classi di età superiori a 65 anni, quali le sfide a cui i sistemi socio-sanitari devono far fronte?



Italia ▼

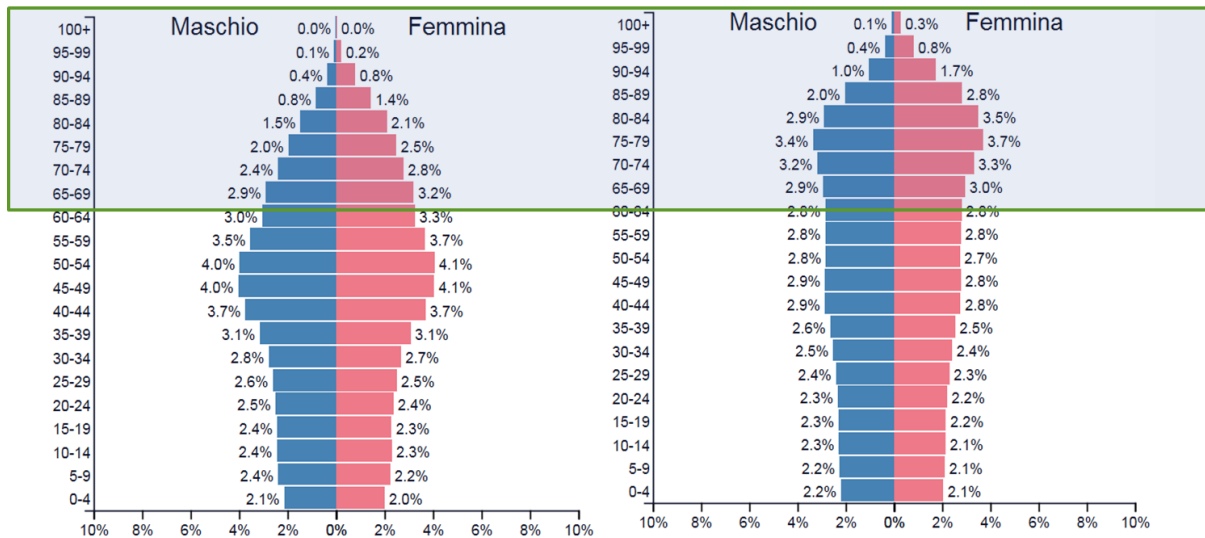
2017

Popolazione: 59,797,977

Italia ▼

2050

Popolazione: 56,512,751



Fonte: <https://www.populationpyramid.net/it/italia/2017>

La policronicità è uno dei fenomeni che interessa la popolazione anziana in una percentuale che varia dal 55% al 98% (Marengoni et al., 2011) e che eleva maggiormente i livelli di complessità assistenziale delle persone assistite nei contesti ospedalieri e territoriali di cura.

La rete territoriale dei servizi deputati ad accogliere i bisogni delle persone con patologie croniche o disabilità al domicilio è in diverse parti dell'Italia ancora poco capace di collocarsi come riferimento nella completa gestione di tali esigenze; spesso quindi l'assistenza è deputata a caregiver che affrontano difficoltà riguardanti il coordinamento degli ambiti di cura e informazioni carenti.

Le realtà ospedaliere, deputate all'acuzie per definizione, si trovano quindi ad accogliere un numero sempre crescente di persone assistite con necessità assistenziali sempre più complesse che richiedono la disponibilità di professionisti con competenze sempre maggiori e staffing levels numericamente congrui a garantire standard di qualità e sicurezza delle cure, in particolare evitando eventi avversi ed outcomes negativi a carico delle persone assistite e a discapito dell'economia dei servizi sanitari.

E' in questo quadro che si inserisce la necessità, a partire dall'anno 2015, di avviare mappature nel contesto nazionale che contentano seti di dati comparabili tra loro e con le realtà internazionali, specifici e validi perché raccolti con strumenti scientificamente solidi e correlabili a diversi livelli di analisi affinché diventino una solida base sulla quale disporre revisioni di indicatori e standard normativi, di carattere nazionale e regionale a riguardo.



CAPITOLO 2

PROTOCOLLO DI STUDIO “STUDIO MULTICENTRICO ITALIANO RN4CAST@IT” E QUESTIONARIO “LIVELLO INFERMIERE”

Nel presente Capitolo è stata riportata la sinossi del protocollo dello studio multicentrico italiano RN4CAST attraverso il quale sono state raccolti i dati che nel presente elaborato di tesi sono stati analizzati nel Capitolo 3 attraverso modelli di regressione lineare.

Il protocollo di studio è stato approvato dal Comitato Etico della Regione Liguria nell'anno 2015 e lo studio è stato condotto nel medesimo anno nel territorio nazionale; alcuni centri collaboratori hanno provveduto ad una notifica presso i Comitati Etici di riferimento al fine di ottenere un'approvazione alla conduzione dello studio nello specifico contesto.

2.1 INTRODUZIONE ALLO STUDIO NAZIONALE RN4CAST@IT

Lo studio internazionale RN4CAST (Previsione del fabbisogno infermieristico) ha avuto avvio grazie al finanziamento del 7° Programma quadro di ricerca e sviluppo tecnologico: 3 milioni di euro sono stati il finanziamento previsto per il periodo dal 2009 al 2011.

Il tema di riferimento è stato il “Tema sanitario 3: Ottimizzare l'erogazione dell'assistenza sanitaria” e tale progettualità ha previsto la partecipazione di 16 partner: 12 Paesi Europei, USA, Cina, Sud-Africa, Botswana.

Lo studio è stato co-coordinato dalla Leuven University, in particolare dal professore Walter Sermeus e dalla University of Pennsylvania nella persona della professoressa Linda Aiken.

La quantità di dati disponibili ha garantito un'elevata generalizzabilità dei risultati raggiunti; la rappresentatività dei contesti arruolati si esprime attraverso i seguenti dati: nei 12 paesi europei (Belgio, Finlandia, Germania, Grecia, Irlanda, Olanda, Polonia, Svezia, Norvegia, Spagna, Svizzera, UK) sono stati raggiunti 486 ospedali, 33541 infermieri, 11318 pazienti; in Cina sono stati reclutati 181 ospedali, 9698 infermieri, 6494 pazienti; in Sud Africa 62 ospedali e 4657 infermieri e in USA sono stati raggiunti 617 ospedali, 27509 infermieri e milioni di pazienti.

I risultati dello studio internazionale sono stati oggetto di numerose pubblicazioni su riviste scientifiche (Sermeus et al., 2011; Aiken et al., 2013) e hanno permesso di descrivere l'impatto di



un numero adeguato di personale infermieristico sulla sicurezza del paziente e sulla qualità dell'assistenza.

Lo staffing è stato dimostrato essere un fattore statisticamente associato all'aumento della mortalità (Aiken et al., 2014) e il rapporto minimo per garantire standard di sicurezza è stato definito come 6 pazienti per ciascun infermiere.

A fronte della solidità di tale impianto metodologico e della rilevanza dello studio, nell'anno 2015 anche l'Italia ha aderito al consortium internazionale.

Il Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università degli Studi di Genova, in qualità di centro coordinatore dello studio ha definito in un editorial le motivazioni per cui era importante per il contesto italiano partecipare a tale iniziativa:

1. Descrivere i livelli di staffing in Italia
2. Determinare l'impatto dello staffing su qualità dell'assistenza e sicurezza delle persone assistite
3. Pianificare il bisogno di risorse infermieristiche sulla base di dati certi e confrontabili con le altre realtà internazionali
4. Promuovere e sostenere i valori del nursing (Sasso et al., 2015)

Nel 2016 sono stati pubblicati i primi dati descrittivi della situazione italiana ed in particolare sono stati riportati i dati relativi ai seguenti esiti: staffing, care left undone, ambiente di lavoro, burnout e soddisfazione del paziente (Sasso et al., 2016).

Complessivamente lo studio ha interessato 13 regioni, 30 aziende sanitarie, 40 ospedali, 292 unità operative e 3667 infermieri. Il tasso di adesione medio tra gli infermieri è stato dell'81,17% (min 49,60%, max 100%) e del 78,34% tra i pazienti (min 47,75%, max 100%).

Il livello medio di staffing in Italia si attese sul valore di 9,5 pazienti per infermiere (min 7,1 max 13,7) e si colloca tra i paesi con rapporti infermiere:pazienti più alti a livello europeo.

I risultati descrittivi pubblicati per il contesto italiano sono stati il primo passo verso un grande cambiamento di paradigma che vedrà la sua piena realizzazione nei prossimi anni, quando le risorse infermieristiche finalmente avranno una ponderazione non più basata solamente sulla domanda di assistenza o su standard di accreditamento ormai superati, ma sugli esiti che le modulazioni del personale di assistenza può generare.



L'obiettivo di tale percorso di tesi è infatti, proseguendo tale percorso, analizzare come le modulazioni di staffing e skill mix possano avere un'influenza su alcuni dei più rilevanti esiti sensibili alle cure infermieristiche.

2.2 SINOSSI DEL PROTOCOLLO DI STUDIO - Impatto dell'Assistenza Infermieristica sulla Qualità delle Cure: Studio Nurse Forecasting in Italy RN4CAST@IT

Sinossi Protocollo RN4CAST@IT

Impatto dell'Assistenza Infermieristica sulla Qualità delle Cure:

Survey Italiana condotta secondo le Linee Guida del Consortium RN4CAST.

Nursing Sensitive Outcome and Quality of Care RN4CAST@IT

Proposto da:

Dipartimento di Scienze della Salute (DISSAL), Università degli Studi di Genova

Responsabile Scientifico:

Prof.ssa Loredana Sasso (IT)

Project Manager:

Dott.ssa Annamaria Bagnasco (IT)

Membri del Gruppo di Ricerca:

Prof. Roger Watson (UK)

Prof. Giancarlo Icardi (IT)

Dott.ssa Antonella Santullo (IT)

Prof. Federico Spandonaro (IT)

Dott. Milko Zanini (IT)

Dott. Gianluca Catania (IT)

Sinossi Versione 1.0. del 27 gennaio 2015



1. RAZIONALE

Il progressivo invecchiamento della popolazione determina il persistente aumento della richiesta di servizi sanitari e personale infermieristico, tuttavia i dati dimostrano come la disponibilità d'infermieri sia in costante diminuzione in tutto il mondo (Buchan & Aiken, 2008; Simoens S, Villeneuve M, 2005).

Alcuni studi confermano l'impatto positivo in termini di esiti e sicurezza del paziente in rapporto al numero d'infermieri presenti in reparto e al numero d'infermieri con formazione universitaria (Kirwan, Matthews, & Scott, 2013). Inoltre, il coinvolgimento degli infermieri nel processo decisionale e il lavoro in équipe interdisciplinare sono variabili associate con un ambiente di lavoro positivo (Van Bogaert, Kowalski, Weeks, Van Heusden, & Clarke, 2013). Sulla base di questi risultati alcuni autori hanno commentato come non sia più eticamente corretto esporre al rischio di morte i pazienti ospedalizzati per cause imputabili alla qualità e quantità degli organici (Nickitas, 2014). Il primo studio europeo, RN4cast, che ha messo in relazione l'organico della professione infermieristica e l'impatto sugli esiti del paziente, condotto in 12 paesi europei (Italia esclusa) e in 4 stati americani, ha dimostrato che un miglior ambiente di lavoro e un rapporto infermiere/paziente appropriato si traducono in una maggiore qualità e sicurezza dell'assistenza (Linda H Aiken et al., 2012).

Ad oggi, per quanto di nostra conoscenza, in Italia non sono stati condotti studi sul tema degli standard di sicurezza degli organici finalizzati a valutare l'impatto dell'assistenza infermieristica sulla sicurezza del paziente e la qualità delle cure.



2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

2.1. Obiettivo primario

Obiettivo primario dello studio è valutare l'impatto dell'assistenza infermieristica sulla sicurezza del paziente e la qualità delle cure nei reparti di medicina e chirurgia generale in Italia.

2.2. Obiettivo secondario

Obiettivo secondario è pianificare con metodi innovativi il fabbisogno d'infermieri nel futuro.

3. DISEGNO E METODOLOGIA DELLO STUDIO

3.1. Disegno di studio

Studio osservazionale trasversale che utilizza il metodo della *survey*. Lo studio seguirà le linee guida RN4cast (Sermeus et al., 2011). Lo studio sarà realizzato negli ospedali generali e per acuti con almeno 200 posti letto per pazienti adulti.

Lo studio è organizzato in diverse fasi:

1. Fase Preliminare

In questa fase saranno identificati gli ospedali e le unità operative eleggibili.

2. Fase Raccolta Dati

Questa fase prevede la raccolta dati a livello ospedale e, successivamente, a livello infermiere e a livello paziente.

3.2. Procedure dello studio

3.2.1. Fase Preliminare

3.2.1.1. Identificazione degli ospedali

Il campione sarà definito sulla base dei 7960 ospedali pubblici inseriti nella banca dati Open Data Source del Ministero della Salute con almeno 200 posti letto e presenza di unità operative di medicina e chirurgia generale. Analogamente a quanto avvenuto per lo studio originale RN4cast (Sermeus et al., 2011) anche lo studio italiano arruolerà almeno 30 ospedali sul territorio italiano attraverso un campionamento *random*. In ogni ospedale saranno selezionate almeno due unità operative: una di medicina e una di chirurgia (vedi Sezione 3.2.1.2.).



3.2.1.2. Identificazione delle unità operative di medicina e chirurgia generale

Dopo la selezione degli ospedali, saranno avviati incontri formali con la direzione aziendale al fine di selezionare le unità operative di medicina e chirurgia generale.

Sulla base delle dimensioni dell'ospedale sarà selezionato in modo *random* (tabella numeri *random*) un numero di unità operative per ospedale (una medicina e una chirurgia) variabile da 2 (per gli ospedali con numero di posti letto <500) a 6 unità (per gli ospedali con numero di posti letto > 500).

3.2.2. Fase Raccolta Dati

In ciascuno degli ospedali arruolati nello studio la Direzione delle Professioni Sanitarie identificherà un infermiere referente per la raccolta dei dati richiesti per lo studio.

L'infermiere identificato riceverà preliminarmente un *training* specifico per la raccolta dati da parte di un membro del gruppo di ricerca RN4CAST@IT.

L'infermiere referente sarà quindi responsabile per la raccolta del consenso informato, e per la distribuzione e la raccolta dei questionari ai pazienti. I pazienti saranno invitati a partecipare volontariamente allo studio e informati che l'infermiere referente risponderà alle informazioni da loro richieste, e che i dati saranno raccolti e trattati in forma anonima.

La raccolta data dei questionari per gli infermieri avverrà con il metodo della *web survey* su *server* protetto ad accesso riservato previa acquisizione del consenso informato alla partecipazione allo studio. Gli infermieri saranno invitati a partecipare volontariamente allo studio e informati che i dati saranno raccolti e trattati in forma anonima.

Gli strumenti utilizzati per la raccolta dati sono stati tradotti in diverse lingue tra cui l'Italiano e validati per il contenuto (Sermeus et al., 2011).

L'avvio dello studio è previsto per il mese di Marzo 2015 e durerà circa 12 mesi.

L'analisi dei dati avverrà presso l'Unità di Statistica Medica del Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università di Genova.

Le procedure e le dimensioni della raccolta dati per ciascuno degli ospedali identificati includono tre livelli:

- Livello Ospedale

I dati raccolti dovranno riferirsi all'anno 2012-2013 e ricomprenderanno le seguenti informazioni relative al profilo organizzativo: numero posti letto suddivisi per reparti di medicina e chirurgia



generale e reparti di terapia intensiva, attività annuale (ad esempio: ICD-9, DRG, indice di *turnover*), composizione dell'organico ospedaliero e dell'organico infermieristico, tipologia di formazione, metodologia di assegnazione degli infermieri ai vari reparti, dati sul *turnover* del personale dirigente sanitario e del comparto sanitario (vedi Questionario Profilo Organizzativo – Appendice 05).

Dati riguardanti gli esiti dei pazienti raccolti nelle banche date aziendali: tipo di unità operativa in cui è avvenuto il ricovero, caratteristiche demografiche del paziente, condizione clinica all'ingresso, diagnosi principale e secondaria secondo l'International Classification of Disease (ICD) e codici delle procedure eseguite, durata della degenza, condizione alla dimissione (vivo/morto), destinazione del trasferimento, e assegnazione del Diagnosis Related Groups (DRG).

- Livello Infermieri

La raccolta dati sugli infermieri avverrà attraverso l'utilizzo della versione italiana validata dall'Università di Basilea del questionario per gli infermieri utilizzato nello studio originale RN4CAST. Il questionario si compone complessivamente di 118 domande e include le seguenti dimensioni: ambiente di lavoro infermieristico; burnout; soddisfazione del lavoro; qualità dell'assistenza percepita dagli infermieri; livello di organico infermieristico (numeri e livello di formazione) (vedi Questionario Indagine sugli Infermieri – Appendice 06). I dati demografici/professionali del questionario includono età, genere, paese in cui è stato conseguito il titolo, numero di anni dal conseguimento del titolo, numero di anni come infermiere in Italia, in ospedale, e nel proprio ruolo, titolo di studio più elevato posseduto nell'ambito delle scienze infermieristiche.

- Livello Paziente

I pazienti saranno invitati a compilare la versione italiana validata del Consumer Assessment of Healthcare Providers and System survey (CAHPS) sviluppato dall'Agency for Healthcare Research and Quality ("The CAHPS Adult Hospital Survey | cahps.ahrq.gov," n.d.). Il CAHPS si rivolge ai pazienti e indaga attraverso 27 domande la loro personale esperienza in ospedale in termini di: comunicazione con gli infermieri e i medici, tempestività del personale ospedaliero, gestione del



dolore, comunicazione sui farmaci, informazioni alla dimissione, pulizia e silenzio, valutazione globale dell'ospedale, e disponibilità a consigliare l'ospedale a familiari e amici (vedi Questionario Indagine Pazienti – Appendice 07).

3.3. Criteri di eleggibilità

3.3.1. Livello Ospedale

Criteri d'inclusione

1. Aziende ASL, Aziende Ospedaliere e/o Universitarie, IRCCS
2. Unità operative di degenza ordinaria per acuti organizzata con numero di posti letto > 200
3. Unità operative di medicina generale o assimilate (es. cardiologia)
4. Unità operative di chirurgia generale o assimilate (es. ortopedia)
5. Consenso informato della Direzione Aziendale a partecipare alla ricerca.

Criteri di esclusione

1. Istituti mono specialistici (es. istituti oncologici)
2. Unità operative di terapia intensiva, sub-intensiva e area critica
3. Unità operative di *day-hospital*, *day-surgery* e piastre ambulatoriali.

3.3.2. Livello Infermieri

Nell'arco temporale di 15 giorni previsti per la valutazione, saranno considerati eleggibili gli infermieri secondo i seguenti criteri:

Criteri d'inclusione

1. Collaboratori Professionali Sanitari Infermieri (CPS) e CPS esperti con afferenza organizzativa all'unità operativa coinvolta al momento della survey
2. CPS e CPS esperti dedicati all'assistenza clinica diretta al paziente
3. Consenso informato a partecipare allo studio

Criteri di esclusione

1. CPS e CPS esperti dedicati all'attività ambulatoriale
2. CPS e CPS esperti assenti per maternità, malattia >15 giorni, ferie
3. Operatori Socio-Sanitari



4. Tutte le altre figure professionali sanitarie dell'unità operativa

3.3.3. Livello paziente

Nel giorno previsto per la valutazione, in ciascun reparto saranno considerati eleggibili tutti i pazienti ricoverati in regime ordinario secondo i seguenti criteri:

Criteri d'inclusione

1. Età >18 anni
2. In grado di compilare il questionario a giudizio dell'operatore che esegue la raccolta dati
3. Ricoverato da almeno 24 ore in reparto
4. Consenso informato allo studio

Criteri di esclusione

1. Pazienti già valutati per questo studio

4. ASPETTI ETICI

4.1. La valutazione dei potenziali benefici

Livello Paziente: Poiché lo studio individuerà i fattori ospedalieri associati a una maggiore sicurezza del paziente, ci sono tutte le ragioni per credere che, in ultima analisi, i pazienti avranno un beneficio. Ai pazienti sarà richiesto solo di dedicare un tempo minimo (circa 7 minuti) per la compilazione del questionario.

Livello Infermiere: La riservatezza dei dati riguardanti l'infermiere sarà garantita da una stretta aderenza alle procedure descritte. Agli infermieri sarà richiesto di dedicare un tempo minimo (circa 20 minuti) per la compilazione del questionario. I benefici potenziali per gli infermieri riguarderanno principalmente lo sviluppo di ambienti di lavoro migliori per gli infermieri in generale, il riconoscimento del contributo infermieristico alla cura del paziente, e un possibile aumento del coinvolgimento degli infermieri nel processo decisionale.

Livello ospedale: le conoscenze acquisite attraverso questo studio permetteranno alla direzione aziendale di migliorare la qualità delle cure e gli ambienti di lavoro degli ospedali. Inoltre, saranno più chiare le implicazioni legate alle decisioni riguardanti gli organici e i modelli organizzativi.



Livello sistema sanitario: i possibili benefici per i sistemi sanitari riguardano le informazioni raccolte finalizzate a generare modelli precisi e affidabili per pianificare il manpower della forza lavoro infermieristica negli ospedali.

4.2. Valutazione dei rischi

I diritti e il benessere dei pazienti sono tutelati perché i dati che saranno analizzati conterranno il numero minimo assoluto d'identificatori potenzialmente sensibili.

Lo studio pone rischi minimi per gli infermieri arruolati nello studio. L'unico rischio potenziale è la violazione involontaria della riservatezza dei questionari. Al fine di eliminare tale rischio sono state messe in atto procedure rigorose per la gestione delle risposte.

Le unità operative coinvolte non saranno specificamente individuate nei risultati, né lo saranno tutti i dati del paziente o dell'infermiere. Complessivamente i benefici di questo studio saranno superiori ai rischi e all'impegno richiesto a tutti i partecipanti.

4.3. Descrizione delle misure per ridurre al minimo il rischio

Gli autori del protocollo di studio hanno stabilito procedure specifiche per la gestione dei dati potenzialmente sensibili raccolti in questo studio.

Raccolta dati livello paziente e infermiere: Non sono previsti file di dati con nomi e indirizzi postali dei pazienti o degli infermieri. Inoltre, i partecipanti saranno esplicitamente invitati a non inserire i loro nomi su tutti i questionari restituiti. Ciascun intervistato avrà un codice unico identificativo (ID) assegnato, e il suo nome non apparirà in nessuno dei questionari raccolti e/o nei report presentati. Tutti i questionari cartacei saranno conservati in un ufficio chiuso e accessibile solo al team di ricerca dello studio.

Dati livello ospedale: Questo protocollo sarà sottoposto a tutti gli ospedali partecipanti e al comitato etico del centro coordinatore dello studio.

Conservazione elettronica dei dati del paziente, dell'infermiere, e dei dati dell'ospedale:

solo i ricercatori direttamente coinvolti nell'analisi avranno accesso ai dati. Una copia dei dati memorizzati sarà inviata a ogni centro partecipante allo studio con i soli dati che lo riguardano. Qualsiasi violazione della sicurezza dei dati sarà segnalata alle autorità competenti entro 48 ore. I dati identificativi del paziente saranno rimossi, ospedali e unità operative riceveranno un identificativo anonimo. I ricercatori dello studio s'impegnano a rispettare la riservatezza dei dati



specifici raccolti e analizzati per singola istituzione (tra cui l'impegno a non rilasciare o pubblicare dati specifici di qualsiasi entità in qualsiasi modo identificabile).



2.3 QUESTIONARIO RN4CAST@IT LIVELLO INFERMIERE

Studio Nurse Forecasting in Italy RN4CAST@IT - Questionario Infermieri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Lo studio *Registered Nurse forecasting in Europe (RN4CAST)* ha già coinvolto dodici paesi europei: Belgio, Inghilterra, Finlandia, Germania, Grecia, Irlanda, Norvegia, Polonia, Spagna, Svezia, Svizzera e Olanda, più USA, Cina e Sud Africa.

Lo studio, a livello europeo e mondiale ha messo in evidenza collegamenti e relazioni tra il numero degli infermieri, i livelli di competenza, le condizioni del lavoro infermieristico e la sicurezza dei pazienti, fornendo una buona base di predittività circa il numero di infermieri necessari in relazione alla qualità delle cure negli ospedali.

L'Italia entrando a far parte di questo Network avrà l'opportunità di misurare il rapporto tra carico di lavoro e personale infermieristico, inserendo il nostro Paese in una visione di sistema, finalmente comparabile a livello europeo e internazionale.

La Tua accurata compilazione del questionario è fondamentale perché i dati raccolti ed analizzati formino l'immagine reale e rappresentativa dell'assistenza infermieristica in Italia.

Grazie del tuo contributo.

Ci sono 46 domande all'interno di questa indagine.

consenso

[]

L'Azienda Sanitaria alla quale Lei fa riferimento sta partecipando allo studio italiano RN4CAST@IT promosso dal Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università di Genova.

L'obiettivo dello studio RN4CAST@IT è valutare la correlazione tra dotazione organica del personale infermieristico, e l'ambiente di lavoro con i risultati sui pazienti e sugli infermieri, al fine di migliorare la pianificazione del fabbisogno e l'impiego di personale infermieristico.



Questo studio è stato in precedenza promosso dall'Unione Europea ed ha incluso infermieri e pazienti in 14 paesi (11 paesi europei e 3 paesi internazionali). Attraverso questo foglio informativo chiediamo il Suo consenso informato a partecipare allo studio italiano denominato RN4CAST@IT e compilare il questionario online (survey).

Questo studio di ricerca è stato autorizzato dal Suo ospedale e ha ottenuto parere positivo da parte del Comitato Etico dell'IRCCS Azienda Ospedaliera Universitaria San Martino - IST di Genova.

L'inchiesta è anonima; il Suo nome non è richiesto. I questionari sono codificati in modo che solo l'ospedale e il reparto restino identificabili. Per compilare il questionario saranno necessari circa 20 minuti. Qualora voglia interrompere la compilazione potrà riprenderla successivamente cliccando l'opzione in basso a sinistra nella pagina in cui si trova. Questo le consentirà, compilando un form, di ricevere al Suo indirizzo mail un collegamento personalizzato al suo questionario, accessibile con una password di sua scelta, con cui terminare la compilazione. Le informazioni inserite per recuperare il questionario non sono in nessun modo collegabili al compilatore da parte del responsabile dell'indagine, mantenendo il più assoluto anonimato.

Le informazioni che fornirà andranno direttamente ai ricercatori dell'Università di Genova e non sarà resa disponibile al Suo datore di lavoro. Per le pubblicazioni e un possibile confronto dei risultati saranno utilizzati solo dati anonimi e aggregati.

Lo Sperimentatore Principale e Responsabile Scientifico dello studio è la prof. Loredana Sasso dell'Università di Genova.

Questa è una survey online gestita e condotta direttamente dal Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università di Genova; ogni informazione sarà gestita in modo STRETTAMENTE confidenziale e i suoi dati saranno trattati nel rispetto della normativa vigente sul trattamento dei dati personali (D.Lgs 196/2003).

Non è previsto un compenso per la partecipazione, ne sono addebitati costi per la stessa. Il Suo consenso può essere negato senza pregiudizio alcuno, semplicemente non proseguendo con la compilazione del questionario.

Per qualsiasi domanda o interesse riguardante questo studio di ricerca, La preghiamo di contattare telefonicamente la persona di contatto nel Suo ospedale per lo studio RN4CAST@IT



La ringraziamo per la Sua partecipazione a questo importante studio di ricerca

*

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ accetto la partecipazione allo studio e intendo compilare la survey online
- ☐ NON accetto la partecipazione allo studio e intendo compilare la survey online

Per maggiori informazioni, oltre ai citati contatti: sito internazionale: <http://www.m4cast.eu>

sito Dipartimento di Scienze della Salute di Genova DISSAL: <http://www.dissal.unige.it/m/index.php/m4cast-it>



gruppoA

[] Rispetto al Suo attuale lavoro le chiediamo di indicare il Suo livello di accordo/disaccordo con le seguenti affermazioni. *

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Forte Disaccordo	Parziale Disaccordo	Parziale Accordo	Forte Accordo
Ho servizi di supporto adeguati che mi permettono di dedicare del tempo ai miei pazienti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medici e Infermieri hanno un buon rapporto professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medici e Infermieri hanno un buon rapporto professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I coordinatori supportano gli Infermieri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
È attivo un servizio di formazione continua e sviluppo del personale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho opportunità di sviluppo della carriera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho opportunità di partecipare alla presa di decisioni a livello clinico ed organizzativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I medici tengono in considerazione le osservazioni e le opinioni degli Infermieri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho tempo sufficiente e opportunità per discutere sui problemi assistenziali del paziente con gli altri Infermieri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
È presente un numero sufficiente d'Infermieri per offrire assistenza di qualità al paziente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il mio coordinatore infermieristico è un buon manager e leader	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il responsabile				



Infermieristico è ben visibile e disponibile al gruppo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il personale è sufficiente per portare a termine il lavoro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I medici riconoscono il contributo dell'assistenza infermieristica al paziente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ricevo elogi e riconoscimenti per il lavoro ben fatto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I responsabili si aspettano elevati standard di assistenza infermieristica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
È presente un responsabile infermieristico che ha lo stesso potere e la stessa autorità di un altro quadro dirigenziale dell'ospedale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tra infermieri e medici c'è lavoro di squadra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ci sono opportunità di avanzamento professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
È chiara la filosofia di cura infermieristica che si riflette in assistenza reale sui pazienti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Collaboro con infermieri clinicamente competenti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I medici rispettano gli infermieri come professionisti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il coordinatore infermieristico sostiene il personale infermieristico nella presa di decisioni, anche in caso di conflitto con un medico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La dirigenza ascolta e risponde alle preoccupazioni del dipendente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
È in atto un programma volto ad assicurare la qualità	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



e la sicurezza
dell'assistenza

Gli Infermieri sono
coinvolti nel governo
clinico ed
amministrativo
dell'ospedale (per es.
gruppi di lavoro su
procedure e
protocolli)

☐
☐
☐
☐

C'è collaborazione
tra Infermieri e medici

☐
☐
☐
☐

C'è un programma di
inserimento degli
Infermieri neo-assunti

☐
☐
☐
☐

L'assistenza
infermieristica è
basata su modelli
infermieristici
piuttosto che su
modelli medici

☐
☐
☐
☐

Gli Infermieri hanno
l'opportunità di
essere coinvolti nel
gruppi di lavoro
infermieristici e
ospedalieri

☐
☐
☐
☐

I medici hanno
grande
considerazione del
personale
infermieristico

☐
☐
☐
☐

Sono presenti piani
assistenziali scritti e
aggiornati per tutti i
pazienti

☐
☐
☐
☐

I pazienti sono
assegnati agli
Infermieri per favorire
la continuità
assistenziale (es. la
stessa infermiera
assiste il paziente da
un giorno all'altro)

☐
☐
☐
☐

[] Quanto è soddisfatto/a del Suo attuale lavoro in questo ospedale? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Molto Insoddisfatto
- ☐ Moderatamente Insoddisfatto
- ☐ Moderatamente soddisfatto
- ☐ Molto soddisfatto



[]

Come valuta l'ambiente professionale relativo al Suo lavoro in questo ospedale (come ad esempio adeguatezza delle risorse, relazioni con i collaboratori, supporto dei superiori)? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Insufficiente
☐ Sufficiente
☐ Buono
☐ Eccellente

[]

Quanto è soddisfatto/a dei seguenti aspetti del Suo lavoro?

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Molto Insoddisfatto	Moderatamente Insoddisfatto	Moderatamente soddisfatto	Molto soddisfatto
Flessibilità dei turni di lavoro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opportunità di avanzamento professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autonomia professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Status/condizione professionale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stipendio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opportunità di formazione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ferie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Congedo per malattia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Congedo per studio/formazione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[]

Se potesse, lascerebbe entro il prossimo anno l'impiego nel Suo ospedale a causa della Sua insoddisfazione sul lavoro? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Sì
☐ No



☐

Se SI, che tipo di lavoro cercherebbe?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Infermieristico in un altro ospedale
 - ☐ Infermieristico, ma non in un ospedale
 - ☐ Non Infermieristico
-
-

☐

Se cercasse un altro impiego, quanto sarebbe facile secondo lei trovare un lavoro accettabile in ambito infermieristico?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Molto difficile
 - ☐ Abbastanza difficile
 - ☐ Abbastanza facile
 - ☐ Molto facile
-
-

☐

Raccomanderebbe ad un/a collega infermiera/e il Suo ospedale quale buon posto dove lavorare?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Assolutamente no
 - ☐ Probabilmente no
 - ☐ Probabilmente si
 - ☐ Assolutamente si
-
-

☐

Raccomanderebbe il Suo ospedale ai Suoi amici e familiari qualora avessero bisogno di cure ospedaliere?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Assolutamente no
 - ☐ Probabilmente no
 - ☐ Probabilmente si
 - ☐ Assolutamente si
-
-

☐

Rispetto al Suo attuale lavoro in questo ospedale, la preghiamo di indicare la risposta che

[illegible]



che succede ad
alcuni pazienti

Lavorare
direttamente con le
persone mi causa
troppa tensione



Riesco facilmente a
mettere i miei
pazienti a proprio
agio



Realizzo molte
cose utili in questo
posto di lavoro



Mi sento entusiasta
dopo aver lavorato
a stretto contatto
con i miei pazienti



Sento di non
farcela più



Nel mio lavoro
gestisco i problemi
emotivi con calma



Sento che i pazienti
incolpano me per
alcuni dei loro
problemi





Gruppo B

[]

In generale, come descriverebbe la qualità delle cure infermieristiche fornite ai pazienti nel Suo reparto?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Scadenti
- ☐ Discrete
- ☐ Buone
- ☐ Eccellenti

[] Quanto è sicuro che i Suoi pazienti siano in grado di autogestirsi dopo la dimissione?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Per niente fiducioso
- ☐ Piuttosto fiducioso
- ☐ Fiducioso
- ☐ Molto fiducioso

[]

Quanto è sicuro che la dirigenza dell'ospedale si attiverà per risolvere i problemi assistenziali che Lei ha segnalato?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Per niente fiducioso
- ☐ Piuttosto fiducioso
- ☐ Fiducioso
- ☐ Molto fiducioso



[] Per favore esprima un giudizio complessivo sulla sicurezza dei pazienti nell'unità presso la quale lavora

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Scadente
 - ☐ Mediocre
 - ☐ Accettabile
 - ☐ Molto buona
 - ☐ Eccellente
-

[] Nel corso dell'ultimo anno potrebbe dire che la qualità della cura ai pazienti nel Suo ospedale è ...

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Peggiorata
- ☐ Rimasta invariata
- ☐ Migliorata



[]

Le domande successive indagano la Sua opinione rispetto alla sicurezza dei pazienti nel Suo ambiente di lavoro

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Forte Disaccordo	Parziale Disaccordo	Non so	Parziale Accordo	Forte Accordo
Il personale ha l'impressione che gli errori fatti siano usati contro di loro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durante i cambi turno, informazioni importanti per la cura del paziente sono spesso perse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le informazioni "vanno perse" quando i pazienti sono trasferiti da un reparto ad un altro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lo staff si sente libero di discutere le decisioni o azioni dei superiori	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In questo reparto si discutono le modalità per evitare il ripetersi di errori	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siamo informati dei cambiamenti che intercorrono a seguito di eventi avversi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le azioni della direzione ospedaliera dimostrano quanto sia una priorità alta la sicurezza dei pazienti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



[]

Quanto spesso ritiene che ognuno dei seguenti eventi possa accadere, coinvolgendo Lei o i Suoi pazienti?

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Mai	Alcune volte all'anno o meno	Una volta al mese o meno	Alcune volte al mese	Una volta a settimana	Alcune volte a settimana	Ogni giorno
Il paziente ha ricevuto il farmaco sbagliato, al momento sbagliato o in dose errata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Insorgenza di piaghe da decubito dopo l'ammissione in reparto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il paziente cade riportando ferite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infezioni nosocomiali	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infezioni delle vie urinarie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Setticemie o sepsi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infezioni delle Basse vie Respiratorie (polmoniti nosocomiali)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reclami da parte dei pazienti o dei loro familiari	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aggressioni verbali al personale infermieristico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Da parte dei pazienti e/o dei familiari	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Da parte del personale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Violenza fisica verso il personale infermieristico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
da parte dei pazienti e/o dei familiari	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
da parte dello staff	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infortuni professionali del personale infermieristico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



GruppoC

RISPETTO AL SUO ULTIMO TURNO DI LAVORO IN OSPEDALE:

[]

Quale tra i seguenti è stato il suo ultimo turno

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Mattina
- ☐ Pomeriggio
- ☐ Notte

[]

Indichi il numero di ore di lavoro durante il Suo ultimo turno di lavoro.

Scrivere la propria risposta qui:

[]

Durante il Suo ultimo turno di lavoro ha fatto degli straordinari? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Sì
- ☐ No

[]

Di quanti pazienti è stato direttamente responsabile nel Suo ultimo turno di lavoro?

Scrivere la propria risposta qui:



[]

Il numero di pazienti riportato nella precedente domanda è rappresentativo del Suo abituale carico di lavoro? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Minore
☐ Uguale
☐ Maggiore

[]

Tra le seguenti affermazioni quali descrivono meglio il ruolo assistenziale prevalente ricoperto nel suo ultimo turno di lavoro? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Ho erogato io stessa/o la maggior parte delle cure
☐ Ho supervisionato le cure erogate da altri e in parte ne ho erogato io stessa/o
☐ Ho erogato solo una parte limitata delle cure, come il cambio di medicazioni di ferite o la somministrazione di farmaci, mentre la maggior parte delle cure dirette è stata fatta da altre/i

[]

Nel Suo ultimo turno di lavoro quanti pazienti c'erano in totale nella Sua unità/reparto?
Numero di pazienti: *

Scrivere la propria risposta qui:

[]

Complessivamente quanti infermieri, incluso Lei, hanno erogato direttamente cure al paziente nella Sua unità/reparto nel Suo ultimo turno di lavoro? *

Scrivere la propria risposta qui:

[]

In totale quante altre figure dello staff di cura hanno erogato cure dirette al paziente nella Sua unità operativa / reparto durante il Suo ultimo turno di lavoro? *

Scrivere la propria risposta qui:



[]

Nel Suo ultimo turno di lavoro, quante volte ha svolto le seguenti attività? *

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Mal	Qualche volta	Spesso
Consegnare e ritirare i vassoi dei pasti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Effettuare cure non infermieristiche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Organizzare la dimissione e il trasporto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incanulamento di una vena / prelievo di sangue di routine per esami	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pulizia delle camere e del materiale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trasporto di pazienti all'interno dell'ospedale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compilazione di moduli per servizi non infermieristici non disponibili fuori orario (es. compilazione richieste esami e prenotazioni)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Richiesta di materiale o scorte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rispondere al telefono; attività burocratiche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Durante il Suo ultimo turno di lavoro, quale di queste attività erano necessarie ma non sono state eseguite per mancanza di tempo? (Risposta multipla) *

Scegliere tutte le corrispondenti:

- ☐ Adeguata sorveglianza del paziente
- ☐ Cura della cute
- ☐ Igiene orale
- ☐ Gestione del dolore
- ☐ Confortare il paziente
- ☐ Informazione ed educazione sanitaria a pazienti e familiari
- ☐ Trattamenti e procedure
- ☐ Somministrazione dei farmaci in orario
- ☐ Preparare i pazienti e i familiari alla dimissione
- ☐ Compilazione adeguata della documentazione infermieristica
- ☐ Sviluppo o aggiornamento dei piani di cura infermieristici / percorsi di cura
- ☐ Pianificazione dell'assistenza
- ☐ Frequente mobilitazione del paziente allettato



GruppoD

DOMANDE SULLE ATTIVITÀ INFERMIERISTICHE E SELEZIONE DI PRIORITÀ

[]

Quante volte nelle ultime 7 giornate lavorative è accaduto che Lei

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Attività non era necessaria	Mal	Rare volte	Qualche volta	Spesso
non potesse fare l'igiene del corpo necessaria al paziente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse fare l'igiene parziale del corpo al paziente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse eseguire la cura della pelle necessaria al paziente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse eseguire l'igiene del cavo orale necessaria al paziente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse eseguire l'igiene dei denti necessaria al paziente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse aiutare il paziente, che non era in grado di alimentarsi autonomamente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse mobilitare come necessario, il paziente limitato nella mobilitazione/mobilità o il paziente immobile?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse posizionare nel letto il paziente limitato nella mobilitazione/mobilità o il paziente immobile?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse cambiare in tempo adeguato la biancheria da letto sporca di urina, feci o vomito?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
non potesse aiutare o supportare il paziente in ambito emozionale e psicosociale (es. gestione dell'insicurezza, dell'ansia e della sensazione di	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



dipendenza)?

non potesse eseguire
un colloquio
necessario con il
paziente o i parenti?

☐☐☐☐☐

non potesse informare
adeguatamente il
paziente riguardo a
visite programmate e
terapie pianificate?

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire
la ginnastica
riabilitativa del piano
pelvico per la
prevenzione
dell'incontinenza e per
questo doveva usare
materiale per
l'incontinenza?

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire
la ginnastica
riabilitativa del piano
pelvico per la
prevenzione
dell'incontinenza e per
questo ha dovuto
inserire un catetere
vescicale a lungo
termine?

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire
un'assistenza attivante
e/o riabilitativa?

☐☐☐☐☐

non potesse istruire il
paziente o i parenti,
p.e. nell'iniettare
l'insulina e gestire i
sintomi della malattia
(p.es. ipoglicemia,
dispnea)?

☐☐☐☐☐

non potesse preparare
il paziente, dal punto di
vista infermieristico,
e/o i parenti alla
dimissione?

☐☐☐☐☐

non potesse
monitorare il paziente
nei tempi previsti dalla
prescrizione del
medico?

☐☐☐☐☐

non potesse
monitorare il paziente
nei tempi necessari
ritenuti da Lei
appropriati?

☐☐☐☐☐

non potesse
sorvegliare il paziente
confuso nel modo
appropriato e per
questo si è reso
necessario contenere il
paziente?

☐☐☐☐☐

non potesse



sorvegliare il paziente confuso nel modo appropriato e per questo si è dovuto somministrare dei sedativi?

☐☐☐☐☐

dovesse ritardare attività assistenziali necessarie al paziente, il quale presentava un cambiamento acuto o imprevedibile del suo stato, perché il medico chiamato giungeva in ritardo?

☐☐☐☐☐

non potesse somministrare un farmaco e/o una flebo/cisi prescritta nel tempo previsto

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire al paziente la medicazione della lesione da pressione necessaria?

☐☐☐☐☐

non potesse preparare il paziente alla visita o alla terapia?

☐☐☐☐☐

lasciasse aspettare più di 5 minuti il paziente, che aveva suonato il campanello?

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire adeguatamente l'igiene delle mani?

☐☐☐☐☐

non potesse rispettare i principi di disinfezione?

☐☐☐☐☐

non avesse il tempo di informarsi sulla situazione del paziente all'inizio del suo turno attraverso la documentazione infermieristica?

☐☐☐☐☐

non potesse valutare i bisogni del paziente appena entrato in reparto?

☐☐☐☐☐

non potesse eseguire il piano di assistenza per il paziente?

☐☐☐☐☐

non potesse documentare e valutare in modo appropriato le attività infermieristiche?

☐☐☐☐☐



GruppoE

DOMANDE SUL CLIMA DI SICUREZZA NEL SUO POSTO DI LAVORO

La preghiamo di valutare in che misura le seguenti affermazioni sulle varie modalità di comportamento siano conformi al Suo posto di lavoro.

Valuti in che misura queste sono svolte da Lei e dagli infermieri del Suo Staff infermieristico.

Il posto di lavoro in questo senso corrisponde al reparto, dove Lei lavora.

[] CONFORME AL MIO POSTO DI LAVORO *

Scegliere la risposta appropriata per ciascun elemento:

	Per niente	Pochissimo	Molto poco	Poco	Non molto	Molto	Moltissimo
Abbiamo un'immagine chiara delle capacità e delle competenze di ciascuno dei componenti del personale infermieristico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discutiamo sugli errori e di come si possa trarre apprendimento da questi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discutiamo sulle nostre competenze e capacità professionali e perciò sappiamo chi possiede competenze ed esperienze importanti e specialistiche in reparto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discutiamo sulle nostre attività di routine e di possibili modalità alternative di svolgimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La consegna all'infermiere del turno successivo contiene informazioni su ciò che è importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risolviamo problemi, utilizzando le competenze professionali del	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



membri del
nostro Staff
Infermieristico

Valutiamo le
attività importanti
che non possono
produrre risultati
negativi

☐☐☐☐☐☐☐

Se capitano degli
errori, discutiamo
su come
avremmo potuto
evitarli

☐☐☐☐☐☐☐

Se si presenta
una situazione
critica ad un
nostro paziente,
cerchiamo
immediatamente
di risolverla con
le nostre
competenze
professionali

☐☐☐☐☐☐☐



Gruppo F

Struttura di appartenenza e Caratteristiche Demografiche/Professionali

[] Regione di Appartenenza dell'Azienda dove lavora *

Scrivere la propria risposta qui:

[] Azienda di Appartenenza *

Scrivere la propria risposta qui:



[] Ospedale o Presidio Ospedaliero di Appartenenza

Scrivere la propria risposta qui:

[] Reparto o Unità Operativa di Appartenenza *

Scrivere la propria risposta qui:

**[]
Qual è il suo genere?**

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Maschile
☐ Femminile

**[]
Qual è la sua età? ***

Scrivere la propria risposta qui:



☐

La Sua formazione in infermieristica è avvenuta in Italia

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Sì
☐ No

☐

Se NO, in quale paese ha ricevuto la Sua formazione di base?

Scrivere la propria risposta qui:

☐

Escludendo l'Italia, elenchi gli ultimi tre paesi e il numero di anni dove ha lavorato come infermiere (risponda a questa domanda solo se corrisponde alla Sua esperienza di lavoro)

Scegliere tutte quelle che corrispondono e inserire un commento:

☐ non ho mai lavorato all'estero

--	--	--

☐ primo paese e numero di anni

--	--	--

☐ secondo paese e numero di anni

--	--	--

☐ terzo paese e numero di anni

--	--	--

☐

A quale età si è diplomato/laureato in Scienze Infermieristiche? *

Scrivere la propria risposta qui:

--	--

☐

Possiede un diploma di livello universitario in Scienze Infermieristiche?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Sì
☐ No



[]

Quanto è soddisfatto della Sua scelta di carriera nell'ambito infermieristico? *

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Molto scontento/a
- ☐ Scontento/a
- ☐ Soddisfatto/a
- ☐ Molto soddisfatto/a

[]

Lavora in questo ospedale a tempo pieno?

Scegli solo una delle seguenti:

- ☐ Sì
- ☐ No

[]

Se NO, indichi la percentuale del Suo lavoro a tempo parziale: (%)

Scrivere la propria risposta qui:

--

[]

Quanti anni ha lavorato in qualità di Infermiere

Scegliere tutte quelle che corrispondono e inserire un commento:

☐ Nella Sua carriera: numero di
anni/mesi (es. 7/9 per descrivere 7 anni
e 9 mesi)

☐ In questo ospedale: numero di
anni/mesi (es. 2/3 per descrivere 2 anni
e 3 mesi)



CAPITOLO 3

ANALISI QUANTITATIVA DEI DATI DELLO STUDIO MULTICENTRICO RN4CAST@IT – LIVELLO INFERMIERE

Nel presente capitolo di analisi dei dati quantitativi del database “Livello infermiere” dello studio multicentrico nazionale RN4CAST@IT, verranno utilizzati i Generalized linear mixed model (glmer) elaborati attraverso il software di analisi statistica R.

L’obiettivo di tale indagine era quello di individuare le relazioni presenti tra i livelli di staffing e skill mix del personale di assistenza con i principali outcomes indagati dallo studio RN4CAST attraverso il questionario “Livello infermiere”. In particolare sono state studiate le relazioni tra staffing, skill mix e burnout, intention to leave, satisfaction, quality of care, missed care, pressure ulcers, UTI, hospitals acquired infections, falls, pneumonia,

3.1 INTRODUZIONE AI GENERALIZED LINEAR REGRESSION MODELS

I modelli generalized vengono utilizzati quanto l'outcome non è continuo, infatti nei modelli presentati in questo capitolo gli outcomes seguono la distribuzione di Poisson (distribuzione di probabilità discreta) o assumono valori binomiali (si/no).

La scelta di tali modelli di analisi deriva dalla necessità di rispondere all’obiettivo della ricerca, ossia alla specificazione delle relazioni di tipo causa-effetto, allo scopo di interpretare, prevedere, simulare, controllare gli effetti di nursing staff e skill mix sugli outcomes raccolti.

Per un’analisi efficace delle informazioni raccolte, è stata analizzata la struttura dei dati disponibili e, soprattutto, è stata valutata la presenza di una struttura di tipo gerarchico.

Sulla base delle indicazioni della letteratura già disponibile e successivamente ad un’analisi della struttura dei dati del database disponibile, è stato evidenziato come i caratteri delle unità elementari siano influenzati, in modo notevole, dalla gerarchia che li caratterizza : ad esempio, un infermiere può avere livelli di soddisfazione lavorativa ben diversi a seconda dell’unità o dell’ospedale in cui opera.

È importante notare che la struttura gerarchica esercita il proprio effetto per il solo fatto di esistere, indipendentemente dalla sua genesi: infatti, anche se gli infermieri non hanno scelto operare presso un medesimo ospedale, il fatto oggettivo di condividere struttura, colleghi e attività rende quel gruppo diverso da quello di un altro ospedale.

Le rilevazioni in analisi hanno una struttura definita “nested”; tale struttura è quella in cui la gerarchia comporta l’esistenza di sottoinsiemi nidificati che contengono sotto-gruppi definiti a livelli inferiori. Nel nostro caso, facendo riferimento agli infermieri italiani essi possono essere raggruppati in regioni, ospedali e unità strutturali. Una struttura di questo tipo corrisponde a una serie di sottoinsiemi innestati, da cui il nome nested.



Una caratteristica dei dati con struttura nested è che gli individui che fanno parte del medesimo gruppo sono più somiglianti fra loro rispetto a quelli appartenenti a gruppi diversi in quanto, nonostante la caratteristiche dei singoli, subiscono le medesime influenze derivanti dal contesto in cui sono inserite.

Le strutture nested sono denominate in alternativa anche "gerarchiche".

I dati hanno struttura di tipo gerarchico se le entità appartengono a gruppi che a loro volta possono essere contenute in altri gruppi di ampiezza/livello superiore: le unità strutturali possono essere considerate un sottoinsieme degli ospedali e gli ospedali a loro volta possono essere raggruppati a seconda della regione di appartenenza.

La metodologia multilevel fornisce un insieme di strumenti adatti ad analizzare simultaneamente variabili classificate a livelli differenti di gerarchia, con riferimento a modelli statistici che specificano le varie possibili forme di dipendenza.

Per la scelta del modello maggiormente fit, ossia che spiega in modo più accurato le relazioni in analisi, è bene tenere in considerazione i seguenti due parametri: un indice di adattamento finalizzato al confronto di modelli è il criterio di informazione di Akaike (Akaike's Information Criterion - AIC) ed un ulteriore indice di adattamento piuttosto simile all'AIC è il criterio di informazione di Schwarz (Schwarz's Bayesian Information Criterion - BIC). In generale, dovendo confrontare diversi modelli tra loro, saranno da preferire quelli che presentano i valori inferiori di AIC o BIC.

Al fine di definire quali raggruppamenti considerare come random effects nei modelli di analisi è stato considerato l'Intraclass Correlation Coefficient (ICC) che esprime il grado di somiglianza della variabile in quella classe: ad esempio il valore di ICC risponde a quanto si assomigliano i risultati di intention to leave in una regione considerando la regione come gruppo?

Il parametro considerato come riferimento per definire se includere o meno un raggruppamento tra i random effect è stato un' $ICC > 0.1$.

Nei modelli di regressione descritti a seguire inoltre sono presenti modelli additivi e modelli con interazioni:

- se le variabili indipendenti sono inserite una dopo l'altra (con segno +) il modello è additivo, si suppone cioè che le due variabili indipendenti si sommino nel loro impatto ma non interagiscano;
- se invece sono inserite nel modello anche le interazioni tra variabili indipendenti, ciò sottende la formulazione dell'ipotesi che le due variabili indipendenti che costituiscono l'interazione interagiscano in modo moltiplicativo.



3.2 ANALISI DELLE CORRELAZIONI TRA SKILL MIX E OUTCOMES TRAMITE IL SOFTWARE DI ANALISI STATISTICA “R”

Le analisi dei database dello studio nazionale multicentrico RN4CAST@It – livello infermiere sono state effettuate attraverso il software statistico “R”.

R è stato inizialmente scritto da Ross Ihaka e Robert Gentleman del Dipartimento di Statistica dell’Università di Auckland (New Zealand) ed è un ambiente statistico distribuito gratuitamente in Internet sotto licenza GPL; attualmente è sviluppato e aggiornato da un team di statistici di fama mondiale (R core team).

E’ un vero e proprio ambiente di programmazione e permette un’elevatissima flessibilità nell’implementazione di funzioni di calcolo e rappresentazione grafica statistica.

R è un insieme integrato di risorse software per la manipolazione di dati, il calcolo e la visualizzazione di grafici. A differenza di altri software statistici in R un’analisi statistica normalmente è fatta attraverso una serie di passi, con risultati intermedi che sono immagazzinati in oggetti. Così mentre SAS o SPSS daranno una produzione copiosa di risultati relativi ad un’analisi, R darà la minima produzione immagazzinando i risultati in oggetti che possono essere richiamati da altre funzioni di R (Mineo A. M., 2003).

Sono state considerate 3296 osservazioni relative a 234 variabili.

3.2.1 CARICAMENTO DEL DATABASE E CREAZIONE DELLE VARIABILI DI ANALISI

```
load("RNITA.RData")
data <- read.table("RN4ITA.csv", sep=";", header=TRUE)
data$HOSPID <- as.factor(data$HOSPID)
data$UNITID <- as.factor(data$UNITID)
data$REGIONID <- as.factor(data$REGIONID)
```

```
data$unit <- paste(data$HOSPID, data$UNITID, sep=":")
```

```
table(data$D_2)
```

```
-1 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
16 21 52 74 75 96 86 139 73 99 118 97 114 91 73 93 101 230 126 199 164 148 186 151 132 122 98 161 66 88
53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 65
63 70 60 46 36 29 23 27 7 4 7 2
```

```
summary(data$D_2)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
-1.0 34.0 42.0 41.1 47.0 65.0 4
```

```
data$age <- NA
data$age[data$D_2 < 18] <- NA
data$age[data$D_2 > 65] <- NA
data$age[data$D_2 >= 18 & data$D_2 < 30] <- 1
data$age[data$D_2 >= 30 & data$D_2 < 40] <- 2
data$age[data$D_2 >= 40 & data$D_2 < 50] <- 3
data$age[data$D_2 >= 50 & data$D_2 < 55] <- 4
data$age[data$D_2 >= 55 & data$D_2 <= 65] <- 5
```

```
data$age <- as.factor(data$age)
```



```
sd(data$D_2 [data$D_2 >=18 & data$D_2 <= 67], na.rm=TRUE)
[1] 8.694834
```

```
summary (data$D_2 [data$D_2 >=18 & data$D_2 <= 67])
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.   NA's
 24.00  34.00  42.00  41.29  47.00  65.00     4
```

Età media del personale tenendo i valori compresi tra 18 e 67 è 42 anni

```
table (data$UNITID [data$UNITID == -1])
```

```
-1  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
43  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
30 31 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
64 65 66 67 68 69 70 71 72 74 75 76 77 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123
124 125
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
126 127 128 129 130 131 132 133 134 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154
155 156
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175
 0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
```

```
table(data$D_1)
```

```
  1  2
2907 758
```

```
data$gender<-NA
data$gender[data$D_1 == 1]<-"f"
data$gender[data$D_1 == 2]<-"m"
data$gender<-as.factor(data$gender)
```

```
str(data$C_1)
int [1:3667] NA 3 3 3 1 3 3 3 2 ...
```

```
summary(data$C_1)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.   Max.   NA's
 1.000  1.000  2.000  1.818  3.000  3.000     1
```

```
table(data$C_1)
  1  2  3
1778 779 1109
```

```
data$tysh <- NA
data$tysh [data$C_1 %in% "3"] <- 2 #nightshift
data$tysh [data$C_1 %in% "2"] <- 1 #lateshift
data$tysh [data$C_1 %in% "1"] <- 0 #earlyshift
data$tysh<-as.factor(data$tysh)
```

```
levels(data$tysh) <- c("early", "late", "night" )
```

```
data$sel <- 0
```



```
data$sel [data$C_8 < 1 | data$C_8 > 40] <- 1
data1 <- subset (data, sel == 0)
data1$sel <- 0
data1$sel [data1$C_9 < 1] <- 1
data2 <- subset (data1, sel == 0)

hours_tysh <- aggregate(tysh ~ C_2, data=data2, summary)
tysh_hours <- aggregate( C_2 ~ tysh, data=data2, summary)
```

Aggregazioni tra tipi di turno (M,P o N) in ciascun ospedale:

```
> aggregate(C_2 ~ tysh, data=data2[data2$HOSPID %in% "41",], summary)
  tysh C_2.Min. C_2.1st Qu. C_2.Median C_2.Mean C_2.3rd Qu. C_2.Max.
1 early 6.000000 6.000000 7.000000 6.735849 7.000000 7.000000
2 late 6.000000 6.500000 7.000000 7.866667 7.000000 24.000000
3 night 10.000000 10.000000 10.000000 10.512821 11.000000 20.000000
```

Creazione degli RN staffing levels:

```
data2$staff <- data2$C_8 / data2$C_9
summary(data2$staff)
  Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
0.875 6.667 8.667 9.360 11.000 40.000 1
```

```
summary (data2$staff [data2$staff < 30])
  Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
0.875 6.667 8.667 9.191 11.000 29.000 1
```

```
library(ggplot2)
data2$HOSPID <- as.factor(data2$HOSPID)
qplot(HOSPID, staff, data = data2, geom = "boxplot")
```

Creazione delle RN staffing categorie basate sui terzili:

```
quantile(data2$staff, c(.33, .66, 1), na.rm = TRUE)
  33% 66% 100%
7.333333 10.000000 40.000000
data2$rnstaffing <- NA
data2$rnstaffing[data2$staff >= 0 & data2$staff < 7.33] <- 1
data2$rnstaffing[data2$staff >= 7.33 & data2$staff < 10.2] <- 2
data2$rnstaffing[data2$staff >= 10.2] <- 3
data2$rnstaffing <- as.factor(data2$rnstaffing)
```

```
table(data2$rnstaffing)
  1 2 3
1084 1204 1007
```

Creazione degli HCA staffing levels:

```
data2$hcastaff <- data2$C_8 / data2$C_10
summary(data2$hcastaff)
  Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
0.3846 5.3333 10.0000 Inf 20.0000 Inf 1
```

```
data2$hcastaff[!is.finite(data2$hcastaff)] <- 41
```



```
summary(data2$hcastaff[data2$hcastaff < 41], na.rm= TRUE)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
0.3846 5.0000 8.7500 10.9254 14.0000 40.0000
```

Creazione delle categorie di HCA staffing basate sui terzili della distribuzione:

```
quantile(data2$hcastaff[data2$hcastaff <= 40], c(.33, .66, 1), na.rm= TRUE)
```

```
33% 66% 100%  
6.0 11.5 40.0
```

```
data2$hcastaffing <- NA  
data2$hcastaffing[data2$hcastaff >= 0 & data2$hcastaff <= 6] <- 1  
data2$hcastaffing[data2$hcastaff > 6 & data2$hcastaff <= 11.5] <- 2  
data2$hcastaffing[data2$hcastaff > 11.5] <- 3  
data2$hcastaffing <- as.factor(data2$hcastaffing)
```

```
data2$skill <- data2$C_9/(data2$C_9+data2$C_10)  
summary(data2$skill)  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's  
0.05405 0.40000 0.50000 0.56100 0.66667 1.00000 1
```

Creazione delle categorie di skill mix basate sui terzili della distribuzione:

```
quantile(data2$skill, c(.33, .66, 1), na.rm= TRUE)
```

```
33% 66% 100%  
0.4444444 0.6000000 1.0000000
```

```
data2$skillcat <- NA  
data2$skillcat[data2$skill >= 0 & data2$skill <= 0.44] <- 1  
data2$skillcat[data2$skill > 0.44 & data2$skill <= 0.6] <- 2  
data2$skillcat[data2$skill > 0.6] <- 3  
data2$skillcat <- as.factor(data2$skillcat)
```

```
funny<-function(x){  
+ mean.x<-mean(x)  
+ median.x<-median(x)  
+ q25.x<- as.numeric(quantile(x, probs = c(25)/100))  
+ q75.x<- as.numeric(quantile(x, probs = c(75)/100))  
+ min.x<-min(x)  
+ max.x<-max(x)  
+ ct.x<-length(x)  
+ res<-cbind(mean.x,median.x,q25.x,q75.x, min.x, max.x,ct.x)  
+ names(res)<-c("mean","median","q25","q75", "min", "max","ct")  
+ res  
}
```

```
prop.table(table(data2$rnstaffing, data2$hcastaffing), 1)
```

```
1 2 3  
1 0.5147601 0.2407749 0.2444649  
2 0.2882060 0.3222591 0.3895349  
3 0.1022840 0.2790467 0.6186693
```

3.2.2 CREAZIONE DELLE VARIABILI OUTCOMES

```
data2$unitype<-NA
```



```
data2$unitype[data2$UNITSPEC == 1]<-"surgical"  
data2$unitype[data2$UNITSPEC == 2 | data2$UNITSPEC == 3]<-"medical"  
data2$unitype<-as.factor(data2$unitype)
```

Quality of care:

```
data2$qual<-NA  
data2$qual[data2$B_1 == 3 | data2$B_1 == 4] <-0 #good  
data2$qual[data2$B_1 == 1 | data2$B_1 == 2] <-1 # poor  
data2$qual<-as.factor(data2$qual)
```

Safety:

```
data2$safe<-NA  
data2$safe[data2$B_4 == 3 | data2$B_4 == 4 | data2$B_4 == 5] <-0  
data2$safe[data2$B_4 == 1 | data2$B_4 == 2] <-1  
data2$safe <-as.factor(data2$safe)
```

Satisfaction:

```
data2$satis<-NA  
data2$satis[data2$A_2 == 3 | data2$A_2 == 4] <-0 #good  
data2$satis[data2$A_2 == 1 | data2$A_2 == 2] <-1 # poor  
data2$satis <-as.factor(data2$satis)
```

Intention to leave:

```
data2$leave<-NA  
data2$leave[data2$A_5_a == 2 ] <-0 #no  
data2$leave[data2$A_5_a == 1 ] <-1 # yes  
data2$leave <-as.factor(data2$leave)  
data2$unit<-as.factor(data2$unit)
```

Burnout

1. Emotional Exhaustion:

```
data2$A_9_1v<-1  
data2$A_9_1v[data2$A_9_1 %in% NA]<-0  
data2$A_9_1v[data2$A_9_1 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_2v<-1  
data2$A_9_2v[data2$A_9_2 %in% NA]<-0  
data2$A_9_2v[data2$A_9_2 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_3v<-1  
data2$A_9_3v[data2$A_9_3 %in% NA]<-0  
data2$A_9_3v[data2$A_9_3 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_4v<-1  
data2$A_9_4v[data2$A_9_6 %in% NA]<-0  
data2$A_9_4v[data2$A_9_6 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_5v<-1  
data2$A_9_5v[data2$A_9_8 %in% NA]<-0  
data2$A_9_5v[data2$A_9_8 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_6v<-1  
data2$A_9_6v[data2$A_9_13 %in% NA]<-0  
data2$A_9_6v[data2$A_9_13 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_7v<-1
```




```
data2$A_9_7v[data2$A_9_14 %in% NA]<-0  
data2$A_9_7v[data2$A_9_14 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_8v<-1  
data2$A_9_8v[data2$A_9_16 %in% NA]<-0  
data2$A_9_8v[data2$A_9_16 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_9v<-1  
data2$A_9_9v[data2$A_9_20 %in% NA]<-0  
data2$A_9_9v[data2$A_9_20 %in% 7]<-0
```

```
data2$mbi.val<-0  
data2$mbi.val<-  
data2$A_9_1v+data2$A_9_2v+data2$A_9_3v+data2$A_9_4v+data2$A_9_5v+data2$A_9_6v+data2$A_9_7v+data2$A_9_8v+data2$A_9_9v
```

```
data2$mbi.see<-  
data2$A_9_1+data2$A_9_2+data2$A_9_3+data2$A_9_6+data2$A_9_8+data2$A_9_13+data2$A_9_14+data2$A_9_16+data2$A_9_20  
data2$mbi.see[data2$mbi.val < 8]<-NA
```

```
data2$see <- NA  
data2$see [data2$mbi.see < 27] <- 0 #no burn  
data2$see [data2$mbi.see >= 27] <- 1 # burn out  
data2$see <- as.factor(data2$see)
```

2. Depersonalization:

```
data2$A_9_10v<-1  
data2$A_9_10v[data2$A_9_5 %in% NA]<-0  
data2$A_9_10v[data2$A_9_5 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_11v<-1  
data2$A_9_11v[data2$A_9_10 %in% NA]<-0  
data2$A_9_11v[data2$A_9_10 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_12v<-1  
data2$A_9_12v[data2$A_9_11 %in% NA]<-0  
data2$A_9_12v[data2$A_9_11 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_13v<-1  
data2$A_9_13v[data2$A_9_15 %in% NA]<-0  
data2$A_9_13v[data2$A_9_15 %in% 7]<-0
```

```
data2$A_9_14v<-1  
data2$A_9_14v[data2$A_9_22 %in% NA]<-0  
data2$A_9_14v[data2$A_9_22 %in% 7]<-0
```

```
data2$mbi.val<-0  
data2$mbi.val<-data2$A_9_10v+data2$A_9_11v+data2$A_9_12v+data2$A_9_13v+data2$A_9_14v
```

```
data2$mbi.dep<-data2$A_9_5+data2$A_9_10+data2$A_9_11+data2$A_9_15+data2$A_9_22  
data2$mbi.dep[data2$mbi.val < 4]<-NA
```

```
data2$dep <- NA  
data2$dep [data2$mbi.dep < 13] <- 0 #no burn  
data2$dep [data2$mbi.dep >= 13] <- 1 # burn out
```



```
data2$dep <- as.factor(data2$dep)
```

```
data2$unit <- as.factor(data2$unit)
```

3. Work realization:

```
data2$A_9_15v <- 1
```

```
data2$A_9_15v[data2$A_9_4 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_15v[data2$A_9_4 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_16v <- 1
```

```
data2$A_9_16v[data2$A_9_7 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_16v[data2$A_9_7 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_17v <- 1
```

```
data2$A_9_17v[data2$A_9_9 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_17v[data2$A_9_9 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_18v <- 1
```

```
data2$A_9_18v[data2$A_9_12 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_18v[data2$A_9_12 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_19v <- 1
```

```
data2$A_9_19v[data2$A_9_17 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_19v[data2$A_9_17 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_20v <- 1
```

```
data2$A_9_20v[data2$A_9_18 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_20v[data2$A_9_18 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_21v <- 1
```

```
data2$A_9_21v[data2$A_9_19 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_21v[data2$A_9_19 %in% 7] <- 0
```

```
data2$A_9_22v <- 1
```

```
data2$A_9_22v[data2$A_9_21 %in% NA] <- 0
```

```
data2$A_9_22v[data2$A_9_21 %in% 7] <- 0
```

```
data2$mbi.val <- 0
```

```
data2$mbi.val <-
```

```
data2$A_9_15v+data2$A_9_16v+data2$A_9_17v+data2$A_9_18v+data2$A_9_19v+data2$A_9_20v+data2$A_9_21v+
```

```
data2$A_9_22v
```

```
data2$mbi.real <-
```

```
data2$A_9_4+data2$A_9_7+data2$A_9_9+data2$A_9_12+data2$A_9_17+data2$A_9_18+data2$A_9_19+data2$A_9_21
```

```
data2$mbi.real[data2$mbi.val < 7] <- NA
```

```
data2$real <- NA
```

```
data2$real[data2$mbi.real > 31] <- 0 # no burn
```

```
data2$real[data2$mbi.real <= 31] <- 1 # burn out
```

```
data2$real <- as.factor(data2$real)
```

Missed care:

```
table(data2$C_12_2, useNA="always")
```

```
1 2 <NA>
```



761 2534 1

```
data2$C_12_1v<-388
data2$C_12_1v[data2$C_12_1 %in% NA]<-NA
data2$C_12_1v[data2$C_12_1 == 3 ]<-NA
data2$C_12_1v[data2$C_12_1 == 1 ]<-1
data2$C_12_1v[data2$C_12_1 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_2v<-389
data2$C_12_2v[data2$C_12_2 %in% NA]<-NA
data2$C_12_2v[data2$C_12_2 == 3 ]<-NA
data2$C_12_2v[data2$C_12_2 == 1 ]<-1
data2$C_12_2v[data2$C_12_2 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_3v<-390
data2$C_12_3v[data2$C_12_3 %in% NA]<-NA
data2$C_12_3v[data2$C_12_3 == 3 ]<-NA
data2$C_12_3v[data2$C_12_3 == 1 ]<-1
data2$C_12_3v[data2$C_12_3 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_4v<-391
data2$C_12_4v[data2$C_12_4 %in% NA]<-NA
data2$C_12_4v[data2$C_12_4 == 3 ]<-NA
data2$C_12_4v[data2$C_12_4 == 1 ]<-1
data2$C_12_4v[data2$C_12_4 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_5v<-392
data2$C_12_5v[data2$C_12_5 %in% NA]<-NA
data2$C_12_5v[data2$C_12_5 == 3 ]<-NA
data2$C_12_5v[data2$C_12_5 == 1 ]<-1
data2$C_12_5v[data2$C_12_5 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_6v<-393
data2$C_12_6v[data2$C_12_6 %in% NA]<-NA
data2$C_12_6v[data2$C_12_6 == 3 ]<-NA
data2$C_12_6v[data2$C_12_6 == 1 ]<-1
data2$C_12_6v[data2$C_12_6 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_7v<-394
data2$C_12_7v[data2$C_12_7 %in% NA]<-NA
data2$C_12_7v[data2$C_12_7 == 3 ]<-NA
data2$C_12_7v[data2$C_12_7 == 1 ]<-1
data2$C_12_7v[data2$C_12_7 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_8v<-395
data2$C_12_8v[data2$C_12_8 %in% NA]<-NA
data2$C_12_8v[data2$C_12_8 == 3 ]<-NA
data2$C_12_8v[data2$C_12_8 == 1 ]<-1
data2$C_12_8v[data2$C_12_8 == 2 ]<-0
```

```
data2$C_12_9v<-396
data2$C_12_9v[data2$C_12_9 %in% NA]<-NA
data2$C_12_9v[data2$C_12_9 == 3 ]<-NA
data2$C_12_9v[data2$C_12_9 == 1 ]<-1
data2$C_12_9v[data2$C_12_9 == 2 ]<-0
```



```
data2$C_12_10v<-397
data2$C_12_10v[data2$C_12_10 %in% NA]<-NA
data2$C_12_10v[data2$C_12_10 == 3 ]<-NA
data2$C_12_10v[data2$C_12_10 == 1 ]<-1
data2$C_12_10v[data2$C_12_10 == 2 ]<-0

data2$C_12_11v<-398
data2$C_12_11v[data2$C_12_11 %in% NA]<-NA
data2$C_12_11v[data2$C_12_11 == 3 ]<-NA
data2$C_12_11v[data2$C_12_11 == 1 ]<-1
data2$C_12_11v[data2$C_12_11 == 2 ]<-0

data2$C_12_12v<-399
data2$C_12_12v[data2$C_12_12 %in% NA]<-NA
data2$C_12_12v[data2$C_12_12 == 3 ]<-NA
data2$C_12_12v[data2$C_12_12 == 1 ]<-1
data2$C_12_12v[data2$C_12_12 == 2 ]<-0

data2$C_12_13v<-400
data2$C_12_13v[data2$C_12_13 %in% NA]<-NA
data2$C_12_13v[data2$C_12_13 == 3 ]<-NA
data2$C_12_13v[data2$C_12_13 == 1 ]<-1
data2$C_12_13v[data2$C_12_13 == 2 ]<-0

data2$missed.val<-0
data2$missed.val<-data2$C_12_1v+data2$C_12_2v+data2$C_12_3v+data2$C_12_4v+data2$C_12_5v+data2$C_12_6
v+data2$C_12_7v+data2$C_12_8v+data2$C_12_9v+data2$C_12_10v+data2$C_12_11v+data2$C_12_12v+data2$C_1
2_13v

data2$missed<-NA
data2$missed[data2$missed.val == 0] <-0 #good
data2$missed[data2$missed.val >0.1 ] <-1 #poor

data2$missed <-as.factor(data2$missed)

table(data2$missed.val) : frequenza di presentazione di ciascuna missed care

 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13
3 726 516 552 455 380 212 158 115 75 52 20 18 13

summary(data2$missed.val): principali misure statistiche descrittive

Min. 1st Qu.  Median   Mean 3rd Qu.  Max.  NA's
0.000  2.000  3.000  3.712  5.000 13.000    1

Medication errors:
data2$mederr<-NA
data2$mederr[data2$B_7_1 <= 3 ] <-0 #irr
data2$mederr[data2$B_7_1 > 3 ] <-1 #reg
data2$mederr <-as.factor(data2$mederr)

summary(data2$mederr)
 0  1  NA's
3168 127  1
```

Pressure ulcers:



```
data2$ulc<-NA
data2$ulc[data2$B_7_2 <= 3 ] <-0 #irr
data2$ulc[data2$B_7_2 > 3 ] <-1 #reg
data2$ulc <-as.factor(data2$ulc)
```

```
summary(data2$ulc)
 0  1 NA's
3162 133  1
```

```
table(data2$ulc)
 0  1
3162 133
```

Falls:

```
data2$fal<-NA
data2$fal[data2$B_7_3 <= 3 ] <-0 #irr
data2$fal[data2$B_7_3 > 3 ] <-1 #reg
data2$fal <-as.factor(data2$fal)
```

```
summary(data2$fal)
 0  1 NA's
3208  87  1
```

```
table(data2$fal)
 0  1
3208  87
```

Hospital acquired infections:

```
data2$shinf<-NA
data2$shinf[data2$B_7_4_1 <= 3 ] <-0 #irr
data2$shinf[data2$B_7_4_1 > 3 ] <-1 #reg
data2$shinf <-as.factor(data2$shinf)
```

```
summary(data2$shinf)
 0  1 NA's
2971 324  1
```

```
table(data2$shinf)
 0  1
2971 324
```

Urinary Tract Infections (UTI):

```
data2$UTI<-NA
data2$UTI[data2$B_7_4_2 <= 3 ] <-0 #irr
data2$UTI[data2$B_7_4_2 > 3 ] <-1 #reg
data2$UTI <-as.factor(data2$UTI)
```

```
summary(data2$UTI)
 0  1 NA's
2996 299  1
```

```
table(data2$UTI)
 0  1
2996 299
```

**Sepsis:**

```
data2$sep<-NA
data2$sep[data2$B_7_4_3 <= 3 ] <-0 #irr
data2$sep[data2$B_7_4_3 > 3 ] <-1 #reg
data2$sep <-as.factor(data2$sep)
```

```
summary(data2$sep)
```

```
 0  1 NA's
3159 136  1
```

```
table(data2$sep)
```

```
 0  1
3159 136
```

Pneumonia:

```
data2$pneu<-NA
data2$pneu[data2$B_7_5 <= 3 ] <-0 #irr
data2$pneu[data2$B_7_5 > 3 ] <-1 #reg
data2$pneu <-as.factor(data2$pneu)
```

```
summary(data2$pneu)
```

```
 0  1 NA's
3084 211  1
```

```
table(data2$pneu)
```

```
 0  1
3084 211
```



3.3 GENERALIZED LINEAR REGRESSION MODELS

Relationships between nursing staff, skill mix and *INTENTION TO LEAVE*

```
Mx <- glmer(leave ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family="binomial")
M0 <- glmer(leave ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family="binomial")
M1 <- glmer(leave ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family="binomial")
M2 <- glmer(leave ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family="binomial")

M1.1 <- glmer(leave ~ rnstaffing+(1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.2 <- glmer(leave ~ hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.3 <- glmer(leave ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.4 <- glmer(leave ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.5 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skill+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.6 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.7 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M1.8 <- glmer(leave ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit),
data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> M1.1 <- glmer(leave ~ rnstaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M1.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4196.8	4227.3	-2093.4	4186.8	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2240	-0.7274	-0.6027	1.1453	2.3731

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.16922	0.4114
------------------	---------	--------

HOSPID (Intercept)	0.06528	0.2555
--------------------	---------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.91680	0.08817	-10.399	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.31948	0.09549	3.345	0.000821 ***
rnstaffing3	0.42773	0.10102	4.234	2.29e-05 ***



Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2

rnstaffing2 -0.594

rnstaffing3 -0.562 0.530

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendente le tre categorie dell'RN staffing, tutte le relazioni con l'outcome intention to leave sono significative; all'aumentare del numero di pz per infermiere aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'intention to leave.

```
> M1.2 <- glmer(leave ~ hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(
optimizer="bobyqa"))
> summary(M1.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4204.2	4234.7	-2097.1	4194.2	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.1924	-0.7275	-0.6016	1.1501	2.2853

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.17854	0.4225
------------------	---------	--------

HOSPID (Intercept)	0.05757	0.2399
--------------------	---------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.87398	0.08935	-9.781 < 2e-16 ***
-------------	----------	---------	--------------------

hcastaffing2	0.34412	0.10154	3.389 0.000701 ***
--------------	---------	---------	--------------------

hcastaffing3	0.24634	0.09486	2.597 0.009406 **
--------------	---------	---------	-------------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) hcstf2

hcastaffing2 -0.579

hcastaffing3 -0.625 0.552

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendente le tre categorie dell'HCA staffing, tutte le relazioni con l'outcome intention to leave sono significative; all'aumentare del numero di pz per HCA aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'intention to leave.

```
> M1.3 <- glmer(leave ~ rnstaffing+ hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(
optimizer="bobyqa"))
> summary(M1.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']



Family: binomial (logit)
Formula: leave ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4195.0	4237.7	-2090.5	4181.0	3288

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2522	-0.7272	-0.5995	1.1399	2.4772

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.16809	0.4100
HOSPID (Intercept)	0.06338	0.2517

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.00705	0.09930	-10.141	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.28200	0.09787	2.882	0.003958 **
rnstaffing3	0.37508	0.10890	3.444	0.000573 ***
hcastaffing2	0.25101	0.10486	2.394	0.016672 *
hcastaffing3	0.11487	0.10227	1.123	0.261361

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	
rnstaffing2	-0.415			
rnstaffing3	-0.304	0.558		
hcastaffing2	-0.418	-0.175	-0.238	
hcastaffing3	-0.411	-0.206	-0.372	0.585

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell'HCA staffing e le tre categorie dell'RN staffing, tutte le relazioni tra RN staffing e l'outcome intention to leave rimangono significative.

```
> M1.4 <- glmer(leave ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
> summary(M1.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
Family: binomial (logit)
Formula: leave ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4196.3	4263.4	-2087.2	4174.3	3284

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2524	-0.7260	-0.5918	1.1317	2.3860

Random effects:



Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.16710 0.4088
HOSPID (Intercept) 0.06757 0.2599
Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.93239	0.11192	-8.331	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.22721	0.15514	1.465	0.1430
rnstaffing3	-0.14138	0.25189	-0.561	0.5746
hcastaffing2	0.19812	0.16929	1.170	0.2419
hcastaffing3	-0.13860	0.17503	-0.792	0.4284
rnstaffing2:hcastaffing2	0.01828	0.23235	0.079	0.9373
rnstaffing3:hcastaffing2	0.50039	0.31279	1.600	0.1097
rnstaffing2:hcastaffing3	0.23415	0.23293	1.005	0.3148
rnstaffing3:hcastaffing3	0.76244	0.30204	2.524	0.0116 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.551
rnstaffing3 -0.339 0.251
hcastaffing2 -0.507 0.356 0.219
hcastaffing3 -0.489 0.339 0.210 0.324
rnstffing2:2 0.365 -0.653 -0.164 -0.721 -0.230
rnstffing3:2 0.272 -0.195 -0.795 -0.537 -0.172 0.391
rnstffing2:3 0.360 -0.653 -0.162 -0.234 -0.736 0.432 0.129
rnstffing3:3 0.281 -0.199 -0.825 -0.186 -0.575 0.135 0.665 0.429

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell'HCA staffing, le categorie dell'RN staffing e le interazioni tra le diverse categorie, nessuna relazione statisticamente significativa ai fini dell'obiettivo in analisi è stata riscontrata.

```
> M1.5 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skill + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M1.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + skill + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4197.3	4233.9	-2092.6	4185.3	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2152	-0.7266	-0.6017	1.1352	2.4156

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.16936 0.4115
HOSPID (Intercept) 0.06171 0.2484
Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42



Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.04680 0.13677 -7.654 1.95e-14 ***
rnstaffing2 0.31850 0.09549 3.335 0.000852 ***
rnstaffing3 0.42502 0.10106 4.205 2.61e-05 ***
skill 0.23103 0.18598 1.242 0.214148
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.377
rnstaffing3 -0.345 0.530
skill -0.768 -0.008 -0.021
```

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendente le tre categorie dell'RN staffing e la variabile skill mix, solo le relazioni tra RN staffing e l'outcome intention to leave sono significative.

```
> M1.6 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=
glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M1.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC BIC logLik deviance df.resid
4200.2 4255.1 -2091.1 4182.2 3286
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-1.2842 -0.7235 -0.6023 1.1427 2.4868
```

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.

unit (Intercept) 0.16405 0.4050

HOSPID (Intercept) 0.06507 0.2551

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.98852 0.10636 -9.294 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.34004 0.09761 3.484 0.000494 ***
rnstaffing3 0.48685 0.10973 4.437 9.14e-06 ***
skillcat2 0.16651 0.09532 1.747 0.080662 .
skillcat3 0.11695 0.10105 1.157 0.247134
tyshlate -0.02235 0.10190 -0.219 0.826420
tyshnight -0.14777 0.10230 -1.444 0.148610
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt
rnstaffing2 -0.458
```



```
rnstaffing3 -0.398 0.549
skillcat2 -0.457 0.032 0.053
skillcat3 -0.437 0.052 0.106 0.531
tyshlate -0.163 -0.176 -0.192 -0.041 -0.094
tyshnight -0.056 -0.172 -0.390 -0.145 -0.291 0.402
```

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell'RN staffing, le tre categorie di skill mix e i turni, soltanto le relazioni tra RN staffing e intention to leave sono statisticamente significative.

```
> M1.7 <- glmer(leave ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M1.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4205.3	4284.6	-2089.6	4179.3	3282

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3109	-0.7244	-0.5968	1.1354	2.4275

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.1653	0.4066
------	-------------	--------	--------

HOSPID	(Intercept)	0.0665	0.2579
--------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.97950	0.11666	-8.396	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.32972	0.09803	3.363	0.00077 ***
rnstaffing3	0.47274	0.11015	4.292	1.77e-05 ***
skillcat2	0.22192	0.12694	1.748	0.08041 .
skillcat3	0.02477	0.14781	0.168	0.86690
tyshlate	0.02462	0.16583	0.148	0.88197
tyshnight	-0.20855	0.19899	-1.048	0.29460
skillcat2:tyshlate	-0.08916	0.23487	-0.380	0.70424
skillcat3:tyshlate	-0.01250	0.24560	-0.051	0.95942
skillcat2:tyshnight	-0.09693	0.24864	-0.390	0.69664
skillcat3:tyshnight	0.24121	0.24810	0.972	0.33093

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2		-0.442								
rnstaffing3		-0.374	0.550							
skillcat2		-0.529	0.036	0.036						
skillcat3		-0.509	0.094	0.110	0.410					
tyshlate		-0.344	-0.086	-0.112	0.347	0.289				
tyshnight		-0.282	-0.036	-0.176	0.289	0.244	0.245			



```
skllct2:tyshl 0.283 -0.010 -0.009 -0.536 -0.213 -0.689 -0.156
skllct3:tyshl 0.283 -0.046 -0.013 -0.239 -0.571 -0.659 -0.154 0.468
skllct2:tyshn 0.266 -0.032 0.004 -0.512 -0.208 -0.179 -0.771 0.276 0.125
skllct3:tyshn 0.305 -0.082 -0.055 -0.245 -0.592 -0.168 -0.766 0.128 0.342 0.622
```

Interpretazione del modello:

Considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell'RN staffing, le tre categorie di skill mix, i tre turni, le interazioni tra categorie di skill mix e i turni, soltanto le relazioni tra RN staffing e l'outcome sono statisticamente significative.

```
> M1.8 <- glmer(leave ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit),
data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M1.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh +
hcastaffing * tysh + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4205.3	4309.0	-2085.7	4171.3	3278

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3305	-0.7241	-0.5956	1.1326	2.4851

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
unit	(Intercept)	0.17068	0.4131

HOSPID	(Intercept)	0.06069	0.2464
--------	-------------	---------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.088576	0.114953	-9.470	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.445887	0.126551	3.523	0.000426 ***
rnstaffing3	0.459623	0.161098	2.853	0.004330 **
hcastaffing2	0.356470	0.135094	2.639	0.008323 **
hcastaffing3	0.163108	0.140997	1.157	0.247346
tyshlate	0.091127	0.233683	0.390	0.696567
tyshnight	0.296214	0.245905	1.205	0.228361
rnstaffing2:tyshlate	-0.262172	0.245947	-1.066	0.286437
rnstaffing3:tyshlate	-0.036637	0.281544	-0.130	0.896464
rnstaffing2:tyshnight	-0.443537	0.275750	-1.608	0.107731
rnstaffing3:tyshnight	-0.272978	0.288725	-0.945	0.344425
hcastaffing2:tyshlate	-0.005013	0.258652	-0.019	0.984537
hcastaffing3:tyshlate	-0.028027	0.255658	-0.110	0.912704
hcastaffing2:tyshnight	-0.389806	0.313951	-1.242	0.214378
hcastaffing3:tyshnight	-0.095958	0.303292	-0.316	0.751707

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Interpretazione del modello:



Considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell’RN staffing, le tre categorie di HCA staffing, i tre turni, le interazioni tra RN staffing e i turni e le interazioni tra HCA staffing e i turni, soltanto le relazioni tra RN staffing e l’outcome sono statisticamente significative.

Relationships between nursing staff, skill mix and *QUALITY OF CARE*

```
Mx <- glmer(qual ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(qual ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(qual ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(qual ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")

M3.1 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa")) summary (M3.1)
M3.2 <- glmer(qual ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.2)
M3.3 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.3)
M3.4 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.4)
M3.5 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.5)
M3.6 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.6)
M3.7 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ skillcat+ tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.7)
M3.8 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ hcastaffing+ tysh + rnstaffing*tysh +hcastaffing*tysh+ (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M3.8)
```

```
> M3.1 <- glmer(qual ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M3.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4136.3	4160.7	-2064.2	4128.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.0113	-0.7242	-0.5078	0.9264	2.7591

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
unit	(Intercept)	0.736	0.8579



Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.8533	0.0973	-8.770	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.3005	0.1002	3.000	0.0027 **
rnstaffing3	0.4289	0.1073	3.997	6.42e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.557
rnstaffing3	-0.533 0.533

```
> M3.2 <- glmer(qual ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4143.3	4167.7	-2067.6	4135.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.0798	-0.7200	-0.5106	0.9501	2.7222

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.7526	0.8675
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.79920	0.09937	-8.043	8.77e-16 ***
hcastaffing2	0.33084	0.10522	3.144	0.00167 **
hcastaffing3	0.20974	0.09894	2.120	0.03400 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) hcstf2
hcastaffing2	-0.533
hcastaffing3	-0.581 0.545

```
> M3.3 <- glmer(qual ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
4135.1 4171.7 -2061.5 4123.1 3289
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-2.1399 -0.7175 -0.5054 0.9322 2.8253
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.7275  0.8529
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.93055  0.10806 -8.611 < 2e-16 ***
rnstaffing2  0.27051  0.10262  2.636 0.008385 **
rnstaffing3  0.39121  0.11573  3.380 0.000724 ***
hcastaffing2 0.23900  0.10852  2.202 0.027632 *
hcastaffing3 0.07545  0.10666  0.707 0.479309
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2
rnstaffing2 -0.397
rnstaffing3 -0.295 0.561
hcastaffing2 -0.393 -0.172 -0.236
hcastaffing3 -0.387 -0.206 -0.373 0.579
```

```
> M3.4 <- glmer(qual ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
4142.3 4203.3 -2061.2 4122.3 3285
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-2.1530 -0.7160 -0.5059 0.9282 2.8671
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.7254  0.8517
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.96129  0.12121 -7.931 2.18e-15 ***
rnstaffing2  0.30072  0.16121  1.865 0.0621.
rnstaffing3  0.55713  0.24177  2.304 0.0212 *
hcastaffing2  0.30884  0.17564  1.758 0.0787.
```




```
hcastaffing3      0.12843  0.18040  0.712  0.4765
rnstaffing2:hcastaffing2 -0.09749  0.24000 -0.406  0.6846
rnstaffing3:hcastaffing2 -0.19985  0.30802 -0.649  0.5165
rnstaffing2:hcastaffing3 -0.02845  0.24050 -0.118  0.9058
rnstaffing3:hcastaffing3 -0.21432  0.29477 -0.727  0.4672
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.536
rnstaffing3 -0.364 0.287
hcastaffing2 -0.495 0.357 0.242
hcastaffing3 -0.485 0.350 0.232 0.337
rnstffng2:2 0.356 -0.647 -0.185 -0.721 -0.241
rnstffng3:2 0.279 -0.209 -0.765 -0.566 -0.186 0.414
rnstffng2:3 0.350 -0.655 -0.182 -0.238 -0.733 0.435 0.139
rnstffng3:3 0.293 -0.220 -0.801 -0.204 -0.603 0.151 0.630 0.450
```

```
> M3.5 <- glmer(qual ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
      AIC      BIC logLik deviance df.resid
4138.3  4168.8 -2064.2  4128.3    3290
```

Scaled residuals:

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-2.0095 -0.7239 -0.5073  0.9257  2.7600
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
```

```
unit (Intercept) 0.736   0.8579
```

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.86028   0.14645  -5.874 4.24e-09 ***
rnstaffing2  0.30039   0.10016   2.999 0.00271 **
rnstaffing3  0.42876   0.10736   3.994 6.51e-05 ***
skill        0.01238   0.19497   0.063 0.94937
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.362
rnstaffing3 -0.334 0.533
skill      -0.747 -0.011 -0.027
```

```
> M3.6 <- glmer(qual ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.6)
```



Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4138.6	4187.4	-2061.3	4122.6	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.8803	-0.7149	-0.5067	0.9295	2.9204

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.7284	0.8535
------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.85567	0.11507	-7.436	1.04e-13 ***
-------------	----------	---------	--------	--------------

rnstaffing2	0.35153	0.10263	3.425	0.000614 ***
-------------	---------	---------	-------	--------------

rnstaffing3	0.52788	0.11775	4.483	7.36e-06 ***
-------------	---------	---------	-------	--------------

skillcat2	0.09027	0.09874	0.914	0.360587
-----------	---------	---------	-------	----------

skillcat3	0.09199	0.10561	0.871	0.383753
-----------	---------	---------	-------	----------

tyshlate	-0.20615	0.10686	-1.929	0.053720 .
----------	----------	---------	--------	------------

tyshnight	-0.20686	0.10709	-1.932	0.053399 .
-----------	----------	---------	--------	------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
--------	--------	--------	--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.439				
-------------	--------	--	--	--	--

rnstaffing3	-0.380	0.555			
-------------	--------	-------	--	--	--

skillcat2	-0.438	0.033	0.055		
-----------	--------	-------	-------	--	--

skillcat3	-0.419	0.053	0.106	0.524	
-----------	--------	-------	-------	-------	--

tyshlate	-0.144	-0.179	-0.208	-0.041	-0.096
----------	--------	--------	--------	--------	--------

tyshnight	-0.048	-0.182	-0.409	-0.146	-0.294 0.402
-----------	--------	--------	--------	--------	--------------

```
> M3.7 <- glmer(qual ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4142.2	4215.4	-2059.1	4118.2	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.0706	-0.7164	-0.5007	0.9224	2.9836

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------



unit (Intercept) 0.738 0.859
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.93913	0.12549	-7.483	7.24e-14 ***
rnstaffing2	0.36785	0.10321	3.564	0.000365 ***
rnstaffing3	0.53456	0.11825	4.521	6.17e-06 ***
skillcat2	0.16192	0.13135	1.233	0.217674
skillcat3	0.30934	0.15250	2.028	0.042510 *
tyshlate	-0.05480	0.17300	-0.317	0.751436
tyshnight	0.04656	0.20133	0.231	0.817117
skillcat2:tyshlate	-0.10525	0.24501	-0.430	0.667495
skillcat3:tyshlate	-0.42496	0.25751	-1.650	0.098889 .
skillcat2:tyshnight	-0.27944	0.25314	-1.104	0.269653
skillcat3:tyshnight	-0.43821	0.25335	-1.730	0.083691 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.427									
rnstaffing3	-0.359	0.557								
skillcat2	-0.506	0.034	0.035							
skillcat3	-0.498	0.099	0.109	0.412						
tyshlate	-0.318	-0.088	-0.124	0.340	0.285					
tyshnight	-0.276	-0.047	-0.197	0.293	0.255	0.253				
skllct2:tyshl	0.265	-0.009	-0.005	-0.528	-0.215	-0.687	-0.160			
skllct3:tyshl	0.265	-0.049	-0.012	-0.234	-0.556	-0.656	-0.159	0.467		
skllct2:tyshn	0.260	-0.027	0.008	-0.521	-0.217	-0.182	-0.760	0.280	0.130	
skllct3:tyshn	0.301	-0.081	-0.050	-0.248	-0.600	-0.170	-0.756	0.131	0.341	0.610

```
> M3.8 <- glmer(qual ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M3.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: qual ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4135.3	4232.9	-2051.6	4103.3	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.0598	-0.7038	-0.4939	0.9281	2.9387

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.7285	0.8535

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.988150	0.122942	-8.038	9.17e-16 ***
rnstaffing2	0.338742	0.131469	2.577	0.009978 **



```
rnstaffing3      0.605694  0.168555  3.593 0.000326 ***
hcastaffing2     0.336819  0.139236  2.419 0.015561 *
hcastaffing3     0.262131  0.146335  1.791 0.073244 .
tyshlate        -0.180342  0.249701 -0.722 0.470152
tyshnight       0.453915  0.257752  1.761 0.078229 .
rnstaffing2:tyshlate -0.168188  0.262341 -0.641 0.521455
rnstaffing3:tyshlate -0.006612  0.296605 -0.022 0.982215
rnstaffing2:tyshnight 0.156628  0.290390  0.539 0.589631
rnstaffing3:tyshnight -0.196099  0.305498 -0.642 0.520939
hcastaffing2:tyshlate 0.044041  0.272484  0.162 0.871600
hcastaffing3:tyshlate -0.026482  0.269220 -0.098 0.921641
hcastaffing2:tyshnight -0.749286  0.325115 -2.305 0.021184 *
hcastaffing3:tyshnight -0.782088  0.316312 -2.473 0.013416 *
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3.2.1.1 Relationships between nursing staff, skill mix and *SAFETY perceived by RN*

```
Mx <- glmer(safe ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(safe ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(safe ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(safe ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")

M4.1 <- glmer(safe ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.1)
M4.2 <- glmer(safe ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.2)
M4.3 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.3)
M4.4 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.4)
M4.5 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.5)
M4.6 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.6)
M4.7 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.7)
M4.8 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh+ (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M4.8)
```

Generalized linear mixed model
Family: binomial (logit)
Formula: safe ~ 1 + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

ICC (unit): 0.152014
ICC (HOSPID): 0.019879



```
> M4.1 <- glmer(safe ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
> summary (M4.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3343.2	3367.6	-1667.6	3335.2	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.1635	-0.5467	-0.3961	-0.2769	3.4224

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6515	0.8071
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-1.7636	0.1086	-16.239	< 2e-16 ***
-------------	---------	--------	---------	-------------

rnstaffing2	0.3147	0.1163	2.707	0.00679 **
-------------	--------	--------	-------	------------

rnstaffing3	0.5605	0.1217	4.605	4.12e-06 ***
-------------	--------	--------	-------	--------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2
--	--------	--------

rnstaffing2	-0.597
-------------	--------

rnstaffing3	-0.588 0.565
-------------	--------------

Interpretazione dei risultati del modello 4.1:

- Variabile indipendente staffing: N pazienti/ N numero di infermieri

RN Staffing 1 : 0-7.32

RN Staffing 2 : 7.33-10.2

RN Staffing 3 : >=10.2

- Variabile dipendente Safety (safe)

0: good

1: poor

L'Estimate aumenta all'aumentare del numero di pazienti per infermiere (da RN staffing 1 a RN staffing 3) e l'associazione è statisticamente significativa. Quindi **l'aumentare del numero di pazienti per infermiere aumenta la probabilità di avere un livello di sicurezza scarso, in modo statisticamente significativo.**

```
> M4.2 <- glmer(safe ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M4.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
3358.9 3383.3 -1675.4 3350.9 3291
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-1.1365 -0.5389 -0.4013 -0.2869 3.3162
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6746  0.8214
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.6273   0.1091 -14.917 <2e-16 ***
hcastaffing2  0.1392   0.1211  1.149  0.2506
hcastaffing3  0.2614   0.1120  2.333  0.0197 *
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) hcstf2
hcastaffing2 -0.556
hcastaffing3 -0.612 0.555
```

Interpretazione dei risultati del modello 4.2:

Variabile HCA staffing:

HCA staffing 1: numero di pz <= 6

HCA staffing 2: numero di pz <= 11.5

HCA staffing 3: pz > 11.5

L'Estimate aumenta all'aumentare del numero di pazienti per operatore di supporto (da HCA staffing 1 a HCA staffing 3); l'associazione è statisticamente significativa per il livello di HCA staffing 3.

Quindi un **numero di pazienti > di 11.5 per ciascun HCA aumenta la probabilità di avere un livello di sicurezza scarso, in modo statisticamente significativo.**

```
> M4.3 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M4.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
3346.7 3383.3 -1667.4 3334.7 3289
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-1.1804 -0.5438 -0.3966 -0.2770 3.3831
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6472  0.8045
```



Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.78425	0.12067	-14.786	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.30173	0.11922	2.531	0.0114 *
rnstaffing3	0.53072	0.13184	4.026	5.69e-05 ***
hcastaffing2	0.01387	0.12534	0.111	0.9119
hcastaffing3	0.07411	0.12151	0.610	0.5419

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
rnstaffing2	-0.428			
rnstaffing3	-0.334	0.592		
hcastaffing2	-0.393	-0.179	-0.248	
hcastaffing3	-0.388	-0.212	-0.384	0.591

Interpretazione dei risultati del modello 4.3:

Inserendo entrambi i livelli di staffing (RN e HCA) nel modello di regressione, l'associazione rimane **statisticamente significativa solo tra RN staffing e safety**.

```
> M4.4 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M4.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3348.7	3409.7	-1664.4	3328.7	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2217	-0.5391	-0.3956	-0.2763	3.7000

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6498	0.8061
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.65405	0.13404	-12.340	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.07911	0.18483	0.428	0.6686
rnstaffing3	0.11331	0.28254	0.401	0.6884
hcastaffing2	-0.29819	0.21951	-1.358	0.1743
hcastaffing3	-0.17575	0.21726	-0.809	0.4186
rnstaffing2:hcastaffing2	0.37508	0.28827	1.301	0.1932
rnstaffing3:hcastaffing2	0.74792	0.36439	2.053	0.0401 *
rnstaffing2:hcastaffing3	0.42341	0.28171	1.503	0.1328
rnstaffing3:hcastaffing3	0.51381	0.34710	1.480	0.1388

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.546
rnstaffing3 -0.365 0.277
hcastaffing2 -0.467 0.328 0.218
hcastaffing3 -0.476 0.335 0.217 0.295
rnstffng2:2 0.351 -0.619 -0.172 -0.750 -0.220
rnstffng3:2 0.276 -0.202 -0.759 -0.599 -0.173 0.453
rnstffng2:3 0.355 -0.644 -0.173 -0.213 -0.755 0.406 0.130
rnstffng3:3 0.296 -0.214 -0.798 -0.182 -0.618 0.140 0.619 0.474
```

Interpretazione dei risultati del modello 4.4:

Inserendo tutti i livelli di staffing RN e HCA e le interazioni tra i diversi livelli di staffing **nessuna associazione è più significativa.**

```
> M4.5 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M4.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3341.1	3371.6	-1665.5	3331.1	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2092	-0.5434	-0.3927	-0.2759	3.4197

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6486	0.8053

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.0143	0.1641	-12.277	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.3124	0.1163	2.685	0.00725 **
rnstaffing3	0.5520	0.1220	4.526	6.01e-06 ***
skill	0.4455	0.2166	2.057	0.03967 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.387
rnstaffing3 -0.362 0.565
skill -0.750 -0.011 -0.035
```

Interpretazione dei risultati del modello 4.5:

Considerando RN staffing e skill mix (inteso come RN to all nursing staff ratio) tutte le associazioni con safety sono significative.



```
> M4.6 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M4.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3347.1	3395.9	-1665.5	3331.1	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2198	-0.5411	-0.3920	-0.2751	3.5226

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6441	0.8025
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-1.80158	0.12871	-13.997 < 2e-16 ***
-------------	----------	---------	---------------------

rnstaffing2	0.30775	0.11861	2.595 0.00947 **
-------------	---------	---------	------------------

rnstaffing3	0.57214	0.13237	4.322 1.55e-05 ***
-------------	---------	---------	--------------------

skillcat2	-0.05677	0.11284	-0.503 0.61488
-----------	----------	---------	----------------

skillcat3	0.14509	0.11819	1.228 0.21962
-----------	---------	---------	---------------

tyshlate	0.08989	0.11886	0.756 0.44948
----------	---------	---------	---------------

tyshnight	-0.04617	0.11969	-0.386 0.69965
-----------	----------	---------	----------------

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
--------	--------	--------	--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.467				
-------------	--------	--	--	--	--

rnstaffing3	-0.420	0.576			
-------------	--------	-------	--	--	--

skillcat2	-0.427	0.023	0.047		
-----------	--------	-------	-------	--	--

skillcat3	-0.421	0.044	0.100	0.521	
-----------	--------	-------	-------	-------	--

tyshlate	-0.162	-0.171	-0.199	-0.045	-0.091
----------	--------	--------	--------	--------	--------

tyshnight	-0.059	-0.158	-0.389	-0.147	-0.298 0.413
-----------	--------	--------	--------	--------	--------------

Interpretazione dei risultati del modello 4.6:

Considerando RN staffing e categorie di skill mix (skillcat1 : tra 0 e 0.44, skillcat2: > 0.44 e <= 0.6, skill cat3: > 0.6) solo le associazioni tra RN staffing e safety rimangono significative.

```
> M4.7 <- glmer(safe ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M4.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
-----	-----	--------	----------	----------



3352.7 3425.9 -1664.3 3328.7 3283

Scaled residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-1.2416 -0.5396 -0.3923 -0.2768 3.7218

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6494 0.8059
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.7731285	0.1401013	-12.656	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.2967650	0.1189856	2.494	0.0126 *
rnstaffing3	0.5602903	0.1327433	4.221	2.43e-05 ***
skillcat2	-0.0214973	0.1524136	-0.141	0.8878
skillcat3	0.0005912	0.1770094	0.003	0.9973
tyshlate	-0.0175804	0.1938260	-0.091	0.9277
tyshnight	-0.0130696	0.2234510	-0.058	0.9534
skillcat2:tyshlate	0.0857937	0.2763178	0.310	0.7562
skillcat3:tyshlate	0.2877558	0.2861587	1.006	0.3146
skillcat2:tyshnight	-0.2016459	0.2871178	-0.702	0.4825
skillcat3:tyshnight	0.1405883	0.2838167	0.495	0.6204

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn	
rnstaffing2		-0.450									
rnstaffing3		-0.395	0.576								
skillcat2		-0.504	0.025	0.028							
skillcat3		-0.487	0.086	0.103	0.391						
tyshlate		-0.330	-0.080	-0.115	0.341	0.284					
tyshnight		-0.283	-0.041	-0.187	0.293	0.254	0.258				
skllct2:tyshl		0.276	-0.013	-0.008	-0.546	-0.208	-0.686	-0.162			
skllct3:tyshl		0.270	-0.049	-0.014	-0.234	-0.579	-0.661	-0.165	0.466		
skllct2:tyshn		0.265	-0.020	0.010	-0.532	-0.209	-0.188	-0.746	0.293	0.132	
skllct3:tyshn		0.301	-0.073	-0.051	-0.243	-0.620	-0.176	-0.751	0.130	0.366	0.591

Interpretazione dei risultati del modello 4.7:

Considerando RN staffing, HCA staffing, turni (mattino, pomeriggio o notte) e la distribuzione delle categorie di staffing nei diversi turni, **le associazioni tra RN staffing e safety rimangono significative.**

```
> M4.8 <- glmer(safe ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M4.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: safe ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3357.6	3455.2	-1662.8	3325.6	3279



Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3207	-0.5381	-0.3895	-0.2666	3.5178

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6379	0.7987

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.89323	0.14084	-13.442	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.48658	0.15320	3.176	0.00149 **
rnstaffing3	0.60213	0.19245	3.129	0.00176 **
hcastaffing2	0.07344	0.16279	0.451	0.65189
hcastaffing3	0.04003	0.16937	0.236	0.81314
tyshlate	0.09534	0.28444	0.335	0.73749
tyshnight	0.50875	0.28767	1.768	0.07698 .
rnstaffing2:tyshlate	-0.27334	0.30033	-0.910	0.36277
rnstaffing3:tyshlate	0.03692	0.33550	0.110	0.91238
rnstaffing2:tyshnight	-0.66867	0.32206	-2.076	0.03787 *
rnstaffing3:tyshnight	-0.48247	0.33344	-1.447	0.14791
hcastaffing2:tyshlate	0.08758	0.30582	0.286	0.77460
hcastaffing3:tyshlate	0.15694	0.30149	0.521	0.60267
hcastaffing2:tyshnight	-0.26505	0.36671	-0.723	0.46982
hcastaffing3:tyshnight	0.01729	0.35239	0.049	0.96087

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Interpretazione dei risultati del modello 4.8:

Considerando RN staffing, HCA staffing, turni (mattino, pomeriggio o notte) e la distribuzione delle categorie di staffing nei diversi turni, **le associazioni tra RN staffing e safety rimangono significative.**

3.2.1.2 Relationships between nursing staff, skill mix and **SATISFACTION**

```
Mx <- glmer(satis ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family="binomial")
M0 <- glmer(satis ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family="binomial")
M1 <- glmer(satis ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family="binomial")
M2 <- glmer(satis ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family="binomial")
```

```
M5.1 <- glmer(satis ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M5.1)
```

```
M5.2 <- glmer(satis ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M5.2)
```

```
M5.3 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M5.3)
```

```
M5.4 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M5.4)
```

```
M5.5 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```



summary (M5.5)

```
M5.6 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M5.6)

```
M5.7 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M5.7)

```
M5.8 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2,  
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M5.8)

Generalized linear mixed model

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.103545

```
M5.1 <- glmer(satis ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

> summary (M5.1)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4297.1	4321.5	-2144.5	4289.1	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5133	-0.7600	-0.5991	1.0730	2.2905

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.3634	0.6029
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.66245	0.08258	-8.022	1.04e-15 ***
rnstaffing2	0.13370	0.09515	1.405	0.159974
rnstaffing3	0.35429	0.10113	3.503	0.000459 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.612
rnstaffing3	-0.589 0.522

Interpretazione del modello 5.1:

Significativa solo la relazione tra elevati livello di RN staffing e soddisfazione: all'aumentare dei livelli di RN staffing a umento la probabilità di verificarsi la soddisfazione del personale.



```
M5.2 <- glmer(satis ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M5.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4296.3	4320.7	-2144.2	4288.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.6191	-0.7657	-0.6035	1.0559	2.3131

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.3682	0.6068
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.72508	0.08538	-8.492	< 2e-16 ***
-------------	----------	---------	--------	-------------

hcastaffing2	0.32454	0.10118	3.208	0.00134 **
--------------	---------	---------	-------	------------

hcastaffing3	0.29830	0.09431	3.163	0.00156 **
--------------	---------	---------	-------	------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	hcstf2
--------	--------

hcastaffing2	-0.594
--------------	--------

hcastaffing3	-0.650 0.546
--------------	--------------

Interpretazione del modello 5.2:

Significative tutte le relazioni **tra HCA staffing e satisfaction: in generale all'aumento dei livelli di HCA staffing aumen to la probabilità di verificarsi dell'outcome.**

```
> M5.3 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M5.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4294.0	4330.6	-2141.0	4282.0	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5500	-0.7642	-0.6005	1.0569	2.2465

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------



unit (Intercept) 0.358 0.5983
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.77819	0.09413	-8.267	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.08046	0.09765	0.824	0.4100
rnstaffing3	0.26579	0.10927	2.432	0.0150 *
hcastaffing2	0.26814	0.10430	2.571	0.0101 *
hcastaffing3	0.20502	0.10183	2.013	0.0441 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
rnstaffing2	-0.418			
rnstaffing3	-0.312	0.552		
hcastaffing2	-0.432	-0.177	-0.237	
hcastaffing3	-0.427	-0.212	-0.378	0.579

Interpretazione del modello 5.3:

Inserendo entrambi gli staffing (RN a HCA) rimangono significative le relazioni tra HCA staffing e soddisfazione e la relazione tra elevati livelli di RN staffing (rnstaffing 3) e soddisfazione.

```
> M5.4 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M5.4)
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]
Family: binomial (logit)
Formula: satis ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4299.3	4360.3	-2139.7	4279.3	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5918	-0.7662	-0.5954	1.0503	2.2571

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.3608	0.6007

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.76350	0.10690	-7.142	9.18e-13 ***
rnstaffing2	0.06993	0.15519	0.451	0.6523
rnstaffing3	0.17195	0.23710	0.725	0.4683
hcastaffing2	0.33521	0.16592	2.020	0.0434 *
hcastaffing3	0.07380	0.17091	0.432	0.6659
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.04201	0.23048	-0.182	0.8554
rnstaffing3:hcastaffing2	-0.10301	0.30021	-0.343	0.7315
rnstaffing2:hcastaffing3	0.10040	0.23095	0.435	0.6638



```
rnstaffing3:hcastaffing3 0.27374 0.28689 0.954 0.3400
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3

rnstaffing2 -0.559

rnstaffing3 -0.370 0.265

hcastaffing2 -0.525 0.350 0.231

hcastaffing3 -0.512 0.340 0.221 0.332

rnstffing2:2 0.374 -0.654 -0.172 -0.711 -0.235

rnstffing3:2 0.287 -0.197 -0.774 -0.549 -0.179 0.395

rnstffing2:3 0.368 -0.660 -0.170 -0.235 -0.726 0.440 0.132

rnstffing3:3 0.301 -0.206 -0.812 -0.195 -0.588 0.141 0.642 0.433

Interpretazione del modello 5.4:

Inserendo le interazioni tra i diversi livelli di staffing (RN a HCA) **nessuna relazione è più significativa.**

```
> M5.5 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M5.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4293.3	4323.8	-2141.7	4283.3	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5053	-0.7628	-0.5949	1.0570	2.1874

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.3647	0.6039

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.91174	0.13315	-6.848	7.51e-12 ***
rnstaffing2	0.13070	0.09526	1.372	0.170033
rnstaffing3	0.34766	0.10130	3.432	0.000599 ***
skill	0.44444	0.18550	2.396	0.016580 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3

rnstaffing2 -0.369

rnstaffing3 -0.344 0.522

skill -0.784 -0.014 -0.027

Interpretazione del modello 5.5:



Considerando RN staffing e skill mix, **sono significative le relazioni tra elevati livelli di RN staffing e soddisfazione e skill mix e soddisfazione.**

```
> M5.6 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M5.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4293.4	4342.2	-2138.7	4277.4	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5911	-0.7624	-0.5962	1.0546	2.2254

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.3531	0.5942
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.84130	0.10186	-8.260 < 2e-16 ***
-------------	----------	---------	--------------------

rnstaffing2	0.14288	0.09741	1.467 0.142452
-------------	---------	---------	----------------

rnstaffing3	0.39897	0.11052	3.610 0.000306 ***
-------------	---------	---------	--------------------

skillcat2	0.27808	0.09518	2.922 0.003481 **
-----------	---------	---------	-------------------

skillcat3	0.26506	0.10081	2.629 0.008556 **
-----------	---------	---------	-------------------

tyshlate	0.06275	0.10152	0.618 0.536505
----------	---------	---------	----------------

tyshnight	-0.12160	0.10214	-1.191 0.233818
-----------	----------	---------	-----------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
--------	--------	--------	--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.460				
-------------	--------	--	--	--	--

rnstaffing3	-0.404	0.542			
-------------	--------	-------	--	--	--

skillcat2	-0.481	0.033	0.055		
-----------	--------	-------	-------	--	--

skillcat3	-0.459	0.051	0.106	0.533	
-----------	--------	-------	-------	-------	--

tyshlate	-0.168	-0.175	-0.194	-0.039	-0.097
----------	--------	--------	--------	--------	--------

tyshnight	-0.056	-0.178	-0.401	-0.145	-0.292 0.403
-----------	--------	--------	--------	--------	--------------

Interpretazione del modello 5.6:

Considerando RN staffing e categorie di skill mix, **sono significative le relazioni tra elevati livelli di RN staffing e soddisfazione e la relazione tra le categorie di skill mix e la soddisfazione.**

```
> M5.7 <- glmer(satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M5.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)



Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4295.4	4368.6	-2135.7	4271.4	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5711	-0.7665	-0.5918	1.0447	2.3607

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.3535	0.5946

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.83517	0.11218	-7.445	9.69e-14 ***
rnstaffing2	0.12983	0.09782	1.327	0.184409
rnstaffing3	0.38239	0.11092	3.447	0.000566 ***
skillcat2	0.38430	0.12657	3.036	0.002395 **
skillcat3	0.11419	0.14793	0.772	0.440164
tyshlate	0.05534	0.16618	0.333	0.739111
tyshnight	-0.06875	0.19690	-0.349	0.726974
skillcat2:tyshlate	-0.09918	0.23496	-0.422	0.672947
skillcat3:tyshlate	0.18386	0.24467	0.751	0.452378
skillcat2:tyshnight	-0.32385	0.24669	-1.313	0.189260
skillcat3:tyshnight	0.19922	0.24645	0.808	0.418898

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.441								
rnstaffing3	-0.377	0.543							
skillcat2	-0.552	0.033	0.036						
skillcat3	-0.527	0.090	0.106	0.415					
tyshlate	-0.348	-0.090	-0.116	0.347	0.289				
tyshnight	-0.298	-0.041	-0.185	0.294	0.251	0.249			
skllct2:tyshl	0.289	-0.006	-0.005	-0.534	-0.216	-0.690	-0.160		
skllct3:tyshl	0.285	-0.040	-0.008	-0.242	-0.573	-0.664	-0.159	0.471	
skllct2:tyshn	0.281	-0.028	0.005	-0.515	-0.215	-0.182	-0.767	0.278	0.130
skllct3:tyshn	0.320	-0.080	-0.052	-0.250	-0.598	-0.171	-0.764	0.130	0.348
									0.618

Interpretazione del modello 5.7:

Considerando RN staffing e categorie di skill mix, **sono significative le relazioni tra elevati livelli di RN staffing e soddi sfazione e la relazione tra le categorie di skill mix e la soddisfazione.**

```
> M5.8 <- glmer(satis ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M5.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: satis ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



AIC BIC logLik deviance df.resid
4300.0 4397.6 -2134.0 4268.0 3279

Scaled residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-1.6110 -0.7629 -0.5897 1.0549 2.2914

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.3415 0.5844
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.809728	0.108415	-7.469	8.09e-14 ***
rnstaffing2	0.177345	0.126134	1.406	0.15972
rnstaffing3	0.317365	0.161710	1.963	0.04970 *
hcastaffing2	0.346414	0.133614	2.593	0.00952 **
hcastaffing3	0.115235	0.140921	0.818	0.41351
tyshlate	-0.125747	0.232407	-0.541	0.58846
tyshnight	0.238262	0.244320	0.975	0.32946
rnstaffing2:tyshlate	0.009134	0.245275	0.037	0.97029
rnstaffing3:tyshlate	0.160694	0.281398	0.571	0.56796
rnstaffing2:tyshnight	-0.498359	0.274267	-1.817	0.06921 .
rnstaffing3:tyshnight	-0.395231	0.286224	-1.381	0.16733
hcastaffing2:tyshlate	0.143251	0.258459	0.554	0.57941
hcastaffing3:tyshlate	0.197092	0.255224	0.772	0.43998
hcastaffing2:tyshnight	-0.309752	0.314359	-0.985	0.32446
hcastaffing3:tyshnight	0.231596	0.304003	0.762	0.44617

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Interpretazione del modello 5.8:

Considerando RN staffing e categorie di skill mix, sono significative le relazioni tra elevati livelli di RN staffing e soddisfazione e la relazione tra le categorie di skill mix e la soddisfazione.

3.2.4 RELATIONSHIPS BETWEEN NURSING STAFF, SKILL MIX AND *BURNOUT*

PRIMA CATEGORIA: ESAURIMENTO EMOTIVO

```
Mx <- glmer(ee ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")  
M0 <- glmer(ee ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")  
M1 <- glmer(ee ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")  
M2 <- glmer(ee ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```



```
M2.1 <- glmer(ee ~ rnstaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M2.2 <- glmer(ee ~ hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M2.3 <- glmer(ee ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M2.4 <- glmer(ee ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
M2.5 <- glmer(ee ~ rnstaffing + skill+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> M2.1 <- glmer(ee ~ rnstaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M2.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ee ~ rnstaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4193.5	4224.0	-2091.8	4183.5	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3272	-0.7285	-0.5608	1.0343	2.3634

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.3311	0.5754
------------------	--------	--------

HOSPID (Intercept)	0.1287	0.3587
--------------------	--------	--------

Number of obs: 3294, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.81107	0.10153	-7.989	1.36e-15 ***
-------------	----------	---------	--------	--------------

rnstaffing2	0.19086	0.09775	1.952	0.050886 .
-------------	---------	---------	-------	------------

rnstaffing3	0.39100	0.10379	3.767	0.000165 ***
-------------	---------	---------	-------	--------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2
--------	--------

rnstaffing2	-0.510
-------------	--------

rnstaffing3	-0.486 0.530
-------------	--------------

Interpretazione dei risultati del modello 2.1:

Considerando l'RN staffing, all'aumentare del numero di pazienti per infermiere, aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'esaurimento emotivo.

```
> M2.2 <- glmer(ee ~ hcastaffing+ (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M2.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ee ~ hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)



```
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC   BIC   logLik deviance df.resid
4200.1 4230.6 -2095.0 4190.1 3289

Scaled residuals:
  Min    1Q  Median    3Q   Max
-1.2564 -0.7269 -0.5597  1.0407  2.3062

Random effects:
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit  (Intercept) 0.3577  0.5981
HOSPID (Intercept) 0.1186  0.3444
Number of obs: 3294, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -0.78173    0.10309  -7.583 3.38e-14 ***
hcastaffing2  0.14916    0.10353   1.441  0.1496
hcastaffing3  0.26461    0.09611   2.753  0.0059 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:
      (Intr) hcstf2
hcastaffing2 -0.496
hcastaffing3 -0.545  0.542
```

Interpretazione dei risultati del modello 2.2:

Considerando l'HCA staffing, all'aumentare del numero di pazienti per personale di supporto, aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'esaurimento emotivo soltanto quando i livelli di HCA staffing sono molto bassi.

```
> M2.3 <- glmer(ee ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M2.3)
```

```
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
Family: binomial (logit)
Formula: ee ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

```
AIC   BIC   logLik deviance df.resid
4195.5 4238.2 -2090.7 4181.5 3287
```

```
Scaled residuals:
  Min    1Q  Median    3Q   Max
-1.3343 -0.7371 -0.5579  1.0392  2.3619
```

```
Random effects:
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit  (Intercept) 0.3337  0.5776
HOSPID (Intercept) 0.1290  0.3591
Number of obs: 3294, groups: unit, 215; HOSPID, 42
```

```
Fixed effects:
```



```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.86529 0.11162 -7.752 9.02e-15 ***
rnstaffing2 0.16196 0.10025 1.615 0.10621
rnstaffing3 0.33033 0.11234 2.940 0.00328 **
hcastaffing2 0.07346 0.10684 0.688 0.49172
hcastaffing3 0.14821 0.10389 1.427 0.15368
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2
rnstaffing2 -0.363
rnstaffing3 -0.265 0.559
hcastaffing2 -0.367 -0.176 -0.241
hcastaffing3 -0.366 -0.209 -0.380 0.577
```

Interpretazione dei risultati del modello 2.3:

Considerando l'RN staffing e l'HCA staffing, in condizioni di RN staffing molto bassi (più di 11,5 pazienti per infermiere), aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'esaurimento emotivo.

```
> M2.4 <- glmer(ee ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M2.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: ee ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
4201.9 4269.0 -2090.0 4179.9   3283
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-1.3520 -0.7345 -0.5586 1.0342 2.3102
```

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.

unit (Intercept) 0.3330 0.5770

HOSPID (Intercept) 0.1285 0.3585

Number of obs: 3294, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.86440 0.12283 -7.037 1.96e-12 ***
rnstaffing2 0.20815 0.15626 1.332 0.183
rnstaffing3 0.18783 0.23972 0.784 0.433
hcastaffing2 0.01543 0.17429 0.089 0.929
hcastaffing3 0.20268 0.17279 1.173 0.241
rnstaffing2:hcastaffing2 0.05135 0.23738 0.216 0.829
rnstaffing3:hcastaffing2 0.19295 0.30671 0.629 0.529
rnstaffing2:hcastaffing3 -0.16840 0.23237 -0.725 0.469
rnstaffing3:hcastaffing3 0.11476 0.28957 0.396 0.692
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.499
rnstaffing3 -0.328 0.273
hcastaffng2 -0.453 0.344 0.226
hcastaffng3 -0.462 0.343 0.223 0.326
rnstffng2:2 0.326 -0.637 -0.173 -0.724 -0.232
rnstffng3:2 0.251 -0.199 -0.765 -0.563 -0.179 0.413
rnstffng2:3 0.329 -0.654 -0.174 -0.228 -0.723 0.426 0.133
rnstffng3:3 0.271 -0.210 -0.811 -0.192 -0.588 0.141 0.636 0.434
```

Interpretazione dei risultati del modello 2.4:

Considerando l'RN staffing, HCA staffing e le interazioni tra RN staffing e HCA staffing, nessuna relazione con l'outcome è statisticamente significativa.

```
> M2.5 <- glmer(ee ~ rnstaffing + skill + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M2.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: ee ~ rnstaffing + skill + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4195.2	4231.8	-2091.6	4183.2	3288

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3166	-0.7298	-0.5600	1.0346	2.3708

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.3327	0.5768
------------------	--------	--------

HOSPID (Intercept)	0.1289	0.3590
--------------------	--------	--------

Number of obs: 3294, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.87573	0.14741	-5.941	2.84e-09 ***
rnstaffing2	0.19003	0.09778	1.943	0.05196 .
rnstaffing3	0.38901	0.10388	3.745	0.00018 ***
skill	0.11554	0.19068	0.606	0.54454

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.341
rnstaffing3 -0.312 0.530
skill -0.725 -0.014 -0.031
```

Interpretazione dei risultati del modello 2.5:

Considerando l'RN staffing e lo skill mix, all'aumentare del numero di pazienti per infermiere, aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'esaurimento emotivo soltanto quando i livelli di RN staffing sono molto bassi. Nessuna significatività è stata riscontrata con lo skill mix.



SECONDA CATEGORIA: DEPERSONALIZZAZIONE

Relationships between nursing staff, skill mix and *DEPERSONALIZATION*

```
Mx <- glmer(dep ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(dep ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(dep ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(dep ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

Generalized linear mixed model

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.113366

```
M6.1 <- glmer(dep ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M6.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2870.0	2894.4	-1431.0	2862.0	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2301	-0.4464	-0.3719	-0.3140	3.7958

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.4105	0.6407
------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.0063	0.1086	-18.481	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.3278	0.1230	2.665	0.0077 **
rnstaffing3	0.2113	0.1328	1.591	0.1117

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.649
rnstaffing3	-0.611 0.552

Interpretazione dei risultati del modello 6.1:

Considerando l'RN staffing, le relazioni evidenziate non sono significative per l'obiettivo in analisi.

```
> M6.2 <- glmer(dep ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```



> summary (M6.2)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2875.3	2899.7	-1433.7	2867.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.1822	-0.4465	-0.3693	-0.3189	3.3790

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.4148	0.6441
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-1.9199	0.1091	-17.598	<2e-16 ***
-------------	---------	--------	---------	------------

hcastaffing2	0.1657	0.1299	1.276	0.202
--------------	--------	--------	-------	-------

hcastaffing3	0.1266	0.1222	1.036	0.300
--------------	--------	--------	-------	-------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	hcstf2
--------	--------

hcastaffing2	-0.603
--------------	--------

hcastaffing3	-0.659 0.555
--------------	--------------

Interpretazione dei risultati del modello 6.2:

Considerando l'HCA staffing, le relazioni evidenziate non sono significative per l'obiettivo in analisi.

```
> M6.3 <- glmer(dep ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

> summary (M6.3)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2873.3	2909.9	-1430.7	2861.3	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2475	-0.4469	-0.3708	-0.3138	3.7573

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.4075	0.6383
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.0490	0.1232	-16.628	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.3098	0.1260	2.458	0.014 *
rnstaffing3	0.1837	0.1431	1.283	0.199
hcastaffing2	0.1114	0.1337	0.833	0.405
hcastaffing3	0.0635	0.1317	0.482	0.630

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
rnstaffing2	-0.457			
rnstaffing3	-0.341	0.579		
hcastaffing2	-0.426	-0.172	-0.232	
hcastaffing3	-0.419	-0.208	-0.371	0.587

Interpretazione dei risultati del modello 6.3:

Considerando l'RN staffing e l'HCA staffing, le relazioni evidenziate non sono significative per l'obiettivo in analisi.

```
> M6.4 <- glmer(dep ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M6.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2871.8	2932.8	-1425.9	2851.8	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2160	-0.4464	-0.3705	-0.3029	4.5540

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.4066	0.6376
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.9762	0.1394	-14.176	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.2895	0.1952	1.483	0.1381
rnstaffing3	-0.4999	0.3624	-1.379	0.1678
hcastaffing2	0.1866	0.2149	0.868	0.3854
hcastaffing3	-0.3784	0.2497	-1.515	0.1297
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.1537	0.2904	-0.529	0.5967
rnstaffing3:hcastaffing2	0.4483	0.4337	1.034	0.3012
rnstaffing2:hcastaffing3	0.3777	0.3143	1.202	0.2294
rnstaffing3:hcastaffing3	1.1739	0.4329	2.712	0.0067 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:



```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.597
rnstaffing3 -0.320 0.240
hcastaffing2 -0.538 0.378 0.206
hcastaffing3 -0.470 0.326 0.176 0.308
rnstffng2:2 0.397 -0.655 -0.156 -0.730 -0.224
rnstffng3:2 0.260 -0.190 -0.826 -0.493 -0.150 0.363
rnstffng2:3 0.364 -0.610 -0.143 -0.232 -0.783 0.406 0.117
rnstffng3:3 0.265 -0.191 -0.828 -0.176 -0.573 0.130 0.693 0.454
```

Interpretazione dei risultati del modello 6.4:

Considerando RN staffing, HCA staffing e le interazioni tra RN e HCA staffing, è statisticamente significativa la relazione tra l'interazione tra elevato numero di pazienti sia per RN che per HCA e depersonalization

```
> M6.5 <- glmer(dep ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M6.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2872.0	2902.5	-1431.0	2862.0	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2302	-0.4462	-0.3718	-0.3139	3.7953

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.4105	0.6407

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.008623	0.173826	-11.555	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.327834	0.123020	2.665	0.0077 **
rnstaffing3	0.211230	0.132882	1.590	0.1119
skill	0.004218	0.241658	0.017	0.9861

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3
rnstaffing2	-0.400		
rnstaffing3	-0.363	0.552	
skill	-0.781	-0.006	-0.024

Interpretazione del modello 6.5:

Considerando come variabili indipendenti RN staffing e skill mix, risultano significative soltanto le relazioni tra RN staffing categoria 2 e depersonalization.

```
> M6.6 <- glmer(dep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```



> summary (M6.6)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2874.3	2923.1	-1429.2	2858.3	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3132	-0.4453	-0.3713	-0.3116	3.8048

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.3995	0.6321

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.05062	0.13209	-15.524	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.35483	0.12553	2.827	0.0047 **
rnstaffing3	0.28629	0.14365	1.993	0.0463 *
skillcat2	0.16879	0.12100	1.395	0.1630
skillcat3	0.07007	0.13122	0.534	0.5933
tyshlate	-0.05846	0.12811	-0.456	0.6482
tyshnight	-0.18469	0.13262	-1.393	0.1637

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
rnstaffing2	-0.501				
rnstaffing3	-0.432	0.566			
skillcat2	-0.472	0.028	0.047		
skillcat3	-0.445	0.051	0.103	0.529	
tyshlate	-0.147	-0.170	-0.188	-0.046	-0.101
tyshnight	-0.055	-0.160	-0.379	-0.144	-0.298

Interpretazione del modello 6.6:

Considerando come variabili indipendenti RN staffing, skill mix categories e turni, risultano significative soltanto le relazioni tra RN staffing e depersonalization.

> M6.7 <- glmer(dep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))

> summary (M6.7)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2879.3	2952.5	-1427.6	2855.3	3283



Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3213	-0.4455	-0.3716	-0.3086	4.0400

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.3973	0.6303

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.99391	0.14366	-13.879	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.34423	0.12602	2.732	0.0063 **
rnstaffing3	0.27622	0.14405	1.918	0.0552 .
skillcat2	0.09100	0.15932	0.571	0.5679
skillcat3	-0.02577	0.18963	-0.136	0.8919
tyshlate	-0.05583	0.20879	-0.267	0.7892
tyshnight	-0.56336	0.28724	-1.961	0.0498 *
skillcat2:tyshlate	0.08556	0.29178	0.293	0.7693
skillcat3:tyshlate	-0.07078	0.31627	-0.224	0.8229
skillcat2:tyshnight	0.41646	0.34452	1.209	0.2267
skillcat3:tyshnight	0.51470	0.34637	1.486	0.1373

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.483									
rnstaffing3	-0.409	0.568								
skillcat2	-0.533	0.030	0.030							
skillcat3	-0.508	0.095	0.111	0.399						
tyshlate	-0.340	-0.078	-0.104	0.346	0.281					
tyshnight	-0.249	-0.032	-0.158	0.250	0.206	0.211				
skllct2:tyshl	0.292	-0.013	-0.011	-0.542	-0.210	-0.701	-0.137			
skllct3:tyshl	0.284	-0.054	-0.021	-0.233	-0.569	-0.647	-0.132	0.466		
skllct2:tyshn	0.242	-0.022	0.011	-0.463	-0.183	-0.164	-0.810	0.253	0.113	
skllct3:tyshn	0.280	-0.073	-0.048	-0.217	-0.543	-0.153	-0.801	0.116	0.315	0.673

Interpretazione del modello 6.7:

Considerando come variabili indipendenti RN staffing, skill mix categories, turni, interazioni tra skill mix categories e turni risultano significative soltanto le relazioni tra RN staffing e depersonalization.

```
> M6.8 <- glmer(dep ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M6.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2887.8	2985.4	-1427.9	2855.8	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-----	----	--------	----	-----



-1.3462 -0.4477 -0.3721 -0.3083 3.5303

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.

unit (Intercept) 0.3944 0.628

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.11023	0.14398	-14.656	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.44296	0.16071	2.756	0.00585 **
rnstaffing3	0.38725	0.20305	1.907	0.05649 .
hcastaffing2	0.19639	0.16933	1.160	0.24614
hcastaffing3	0.07655	0.18026	0.425	0.67107
tyshlate	0.19430	0.29529	0.658	0.51055
tyshnight	0.04393	0.34110	0.129	0.89753
rnstaffing2:tyshlate	-0.32901	0.31220	-1.054	0.29196
rnstaffing3:tyshlate	-0.25815	0.35719	-0.723	0.46985
rnstaffing2:tyshnight	-0.33777	0.35896	-0.941	0.34672
rnstaffing3:tyshnight	-0.46875	0.37524	-1.249	0.21159
hcastaffing2:tyshlate	-0.10355	0.32389	-0.320	0.74918
hcastaffing3:tyshlate	-0.01753	0.32365	-0.054	0.95681
hcastaffing2:tyshnight	-0.10474	0.42225	-0.248	0.80410
hcastaffing3:tyshnight	0.19561	0.40978	0.477	0.63311

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Interpretazione del modello 6.8:

Considerando come variabili indipendenti RN staffing, HCA staffing, turni, interazioni tra RN staffing e turni ed interazioni tra HCA staffing e turni risultano significative soltanto le relazioni tra RN staffing e depersonalization.

TERZA CATEGORIA: REALIZZAZIONE LAVORATIVA

Generalized linear mixed model

Family: binomial (logit)

Formula: dep ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.113366

>

```
> M7.1 <- glmer(real ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M7.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3602.3	3626.7	-1797.2	3594.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4272	-0.5666	-0.4778	-0.3458	2.8918



Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.4134	0.643

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.23630	0.09132	-13.539	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.06726	0.10617	-0.633	0.526
rnstaffing3	-0.02695	0.11315	-0.238	0.812

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2
rnstaffing2	-0.594
rnstaffing3	-0.563 0.513

Interpretazione del modello 7.1:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing.

```
> M7.2 <- glmer(real ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M7.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3602.5	3626.9	-1797.3	3594.5	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3857	-0.5643	-0.4775	-0.3427	2.8521

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.408	0.6388

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.27157	0.09389	-13.542	<2e-16 ***
hcastaffing2	0.03261	0.11289	0.289	0.773
hcastaffing3	-0.01285	0.10516	-0.122	0.903

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	hcstf2
hcastaffng2	-0.572
hcastaffng3	-0.634 0.539

Interpretazione del modello 7.2:



Nessuna relazione significativa considerando HCA staffing.

```
> M7.3 <- glmer(real ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M7.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3606.1	3642.7	-1797.1	3594.1	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4036	-0.5656	-0.4784	-0.3440	2.8415

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.4095	0.6399
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-1.245545	0.103456	-12.039	<2e-16 ***
-------------	-----------	----------	---------	------------

rnstaffing2	-0.069761	0.108820	-0.641	0.521
-------------	-----------	----------	--------	-------

rnstaffing3	-0.026884	0.122259	-0.220	0.826
-------------	-----------	----------	--------	-------

hcastaffing2	0.042457	0.116333	0.365	0.715
--------------	----------	----------	-------	-------

hcastaffing3	-0.002996	0.113653	-0.026	0.979
--------------	-----------	----------	--------	-------

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
--------	--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.410		
-------------	--------	--	--

rnstaffing3	-0.296	0.545	
-------------	--------	-------	--

hcastaffing2	-0.419	-0.172	-0.234
--------------	--------	--------	--------

hcastaffing3	-0.419	-0.211	-0.379
--------------	--------	--------	--------

Interpretazione del modello 7.3:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing e HCA staffing.

```
> M7.4 <- glmer(real ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M7.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3606.4	3667.4	-1793.2	3586.4	3285

Scaled residuals:



Min 1Q Median 3Q Max
-1.5051 -0.5670 -0.4796 -0.3235 2.8939

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.4093 0.6398
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.27900	0.11772	-10.865	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.09829	0.16904	0.581	0.5609
rnstaffing3	-0.30015	0.28436	-1.056	0.2912
hcastaffing2	0.29755	0.17954	1.657	0.0975 .
hcastaffing3	-0.14965	0.19317	-0.775	0.4385
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.51918	0.25353	-2.048	0.0406 *
rnstaffing3:hcastaffing2	0.01525	0.34897	0.044	0.9651
rnstaffing2:hcastaffing3	0.01927	0.25840	0.075	0.9406
rnstaffing3:hcastaffing3	0.51782	0.33903	1.527	0.1267

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	hcstf3	rns2:2	rns3:2	rns2:3
rnstaffing2	-0.564						
rnstaffing3	-0.339	0.246					
hcastaffing2	-0.530	0.360	0.216				
hcastaffing3	-0.495	0.335	0.198	0.326			
rnstffng2:2	0.376	-0.646	-0.158	-0.699	-0.227		
rnstffng3:2	0.276	-0.188	-0.802	-0.510	-0.163	0.364	
rnstffng2:3	0.363	-0.641	-0.154	-0.232	-0.735	0.424	0.123
rnstffng3:3	0.282	-0.195	-0.826	-0.184	-0.564	0.132	0.676
							0.421

Interpretazione del modello 7.4:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing, HCA staffing, interazioni tra RN staffing e HCA staffing.

```
> M7.5 <- glmer(real ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M7.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3603.6	3634.1	-1796.8	3593.6	3290

Scaled residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-1.4293 -0.5643 -0.4799 -0.3400 2.8519

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.4132 0.6428
Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.13484    0.14876  -7.629 2.37e-14 ***
rnstaffing2 -0.06607    0.10618  -0.622  0.534
rnstaffing3 -0.02425    0.11316  -0.214  0.830
skill       -0.18210    0.21138  -0.861  0.389
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
      (Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.356
rnstaffing3 -0.326 0.514
skill       -0.789 -0.012 -0.025
```

Interpretazione del modello 7.5:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing, skill mix.

```
> M7.6 <- glmer(real ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M7.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
      AIC      BIC logLik deviance df.resid
3609.7 3658.5 -1796.8 3593.7    3287
```

Scaled residuals:

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-1.4505 -0.5644 -0.4769 -0.3386  2.9215
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.4201  0.6482
```

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.226252    0.112000 -10.949 <2e-16 ***
rnstaffing2 -0.073811    0.108647  -0.679  0.497
rnstaffing3 -0.056393    0.124224  -0.454  0.650
skillcat2   -0.006071    0.105816  -0.057  0.954
skillcat3   -0.049448    0.112226  -0.441  0.659
tyshlate    -0.015495    0.113825  -0.136  0.892
tyshnight    0.071388    0.114680  0.622  0.534
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Correlation of Fixed Effects:

```
      (Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt
rnstaffing2 -0.446
rnstaffing3 -0.378 0.533
```



```
skillcat2 -0.465 0.028 0.054
skillcat3 -0.441 0.047 0.104 0.519
tyshlate -0.167 -0.174 -0.189 -0.034 -0.091
tyshnight -0.074 -0.177 -0.410 -0.142 -0.289 0.396
```

Interpretazione del modello 7.6:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing, skill mix categories, turni.

```
> M7.7 <- glmer(real ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M7.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3613.6	3686.8	-1794.8	3589.6	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5236	-0.5669	-0.4776	-0.3267	3.0604

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.4272	0.6536
------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.32639	0.12512	-10.601	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.06356	0.10926	-0.582	0.5608
rnstaffing3	-0.04927	0.12486	-0.395	0.6931
skillcat2	0.14405	0.14176	1.016	0.3096
skillcat3	0.12253	0.16374	0.748	0.4542
tyshlate	0.23226	0.18048	1.287	0.1981
tyshnight	0.27190	0.21233	1.281	0.2004
skillcat2:tyshlate	-0.45569	0.26245	-1.736	0.0825 .
skillcat3:tyshlate	-0.35568	0.27084	-1.313	0.1891
skillcat2:tyshnight	-0.25515	0.26867	-0.950	0.3423
skillcat3:tyshnight	-0.32384	0.26919	-1.203	0.2290

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2		-0.423								
rnstaffing3		-0.350	0.536							
skillcat2		-0.548	0.029	0.034						
skillcat3		-0.532	0.090	0.106	0.418					
tyshlate		-0.362	-0.095	-0.120	0.359	0.302				
tyshnight		-0.317	-0.043	-0.196	0.306	0.264	0.268			
skllct2:tyshl		0.294	-0.003	0.000	-0.531	-0.219	-0.669	-0.168		
skllct3:tyshl		0.292	-0.040	-0.006	-0.242	-0.572	-0.649	-0.167	0.450	
skllct2:tyshn		0.288	-0.030	0.003	-0.530	-0.223	-0.193	-0.755	0.283	0.133



skllct3:tyshn 0.330 -0.083 -0.055 -0.255 -0.607 -0.181 -0.749 0.134 0.352 0.600

Interpretazione del modello 7.7:

Nessuna relazione significativa considerando RN staffing, skill mix categories, turni, interazioni tra skill mix categories e turni.

```
> M7.8 <- glmer(real ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M7.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: real ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
3613.8	3711.4	-1790.9	3581.8	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4958	-0.5653	-0.4775	-0.3185	3.0322

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.4199	0.648
------------------	--------	-------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.29507	0.12052	-10.746	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.10647	0.14055	-0.758	0.4487
rnstaffing3	-0.28053	0.18688	-1.501	0.1333
hcastaffing2	0.24479	0.14919	1.641	0.1008
hcastaffing3	0.12471	0.15842	0.787	0.4311
tyshlate	0.24217	0.24680	0.981	0.3265
tyshnight	0.10238	0.27022	0.379	0.7048
rnstaffing2:tyshlate	0.04783	0.27077	0.177	0.8598
rnstaffing3:tyshlate	0.30959	0.31661	0.978	0.3282
rnstaffing2:tyshnight	0.40104	0.31799	1.261	0.2072
rnstaffing3:tyshnight	0.67893	0.33598	2.021	0.0433 *
hcastaffing2:tyshlate	-0.41774	0.28078	-1.488	0.1368
hcastaffing3:tyshlate	-0.56573	0.28178	-2.008	0.0447 *
hcastaffing2:tyshnight	-0.78417	0.34961	-2.243	0.0249 *
hcastaffing3:tyshnight	-0.46543	0.33715	-1.381	0.1674

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Interpretazione del modello 7.8:

Considerando RN staffing, HCA staffing, turni, interazioni tra diverse categorie di RN staffing e turni ed interazioni tra diverse categorie di HCA staffing e turni, sono significative soltanto le relazioni tra RN staffing categoria 3 e turno notturno e tra HCA staffing categoria 3 e turno pomeridiano nonché HCA staffing categoria 2 e turno notturno.

Relationships between nursing staff, skill mix and *MISSED CARE*



```
data2$missed <- as.factor(data2$missed)
```

```
Mx <- glmer(missed ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
```

```
M0 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
```

```
M1 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
M2 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
M7.1 <- glmer(missed ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.1)
```

```
M7.2 <- glmer(missed ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.2)
```

```
M7.3 <- glmer(missed ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.3)
```

```
M7.4 <- glmer(missed ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.4)
```

```
M7.5 <- glmer(missed ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.5)
```

```
M7.6 <- glmer(missed ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.6)
```

```
M7.7 <- glmer(missed ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.7)
```

```
M7.8 <- glmer(missed ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh+hcastaffing*tysh+ (1 | unit), data=data2,  
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.8)
```

```
library(sjstats)
```

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(missed ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
```

```
M0 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
```

```
M1 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
M2 <- glmer(missed ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
M7.1 <- glmer(missed ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M7.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: missed ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
56.0	80.4	-24.0	48.0	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-34.684	0.029	0.030	0.032	0.032

Random effects:



Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0 0
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	6.98749	0.99979	6.989	2.77e-12 ***
rnstaffing2	0.10508	1.41395	0.074	0.941
rnstaffing3	-0.07375	1.41420	-0.052	0.958

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.707
rnstaffing3	-0.707 0.500

```
M7.2 <- glmer(missed ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

[summary \(M7.2\)](#)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: missed ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
	44.3	68.7	-18.1	36.3	3291

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-6.7066	0.0010	0.0011	0.0022	0.5190

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 90.78 9.528
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	12.197	1.617	7.544	4.55e-14 ***
hcastaffing2	1.341	1.795	0.747	0.455
hcastaffing3	1.598	1.642	0.973	0.331

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) hcstf2
hcastaffng2	-0.392
hcastaffng3	-0.372 0.560



Relationships between staff, skill mix and **MEDICATION ERRORS:**

```
M8.1 <- glmer(mederr ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",  
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
summary (M8.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1060.4	1084.8	-526.2	1052.4	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4562	-0.1991	-0.1604	-0.1393	7.0383

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.7598	0.8717
------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.8808	0.2283	-17.001	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.4359	0.2408	1.810	0.0703 .
rnstaffing3	0.4341	0.2562	1.694	0.0902 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.627
rnstaffing3	-0.635 0.595

```
M8.2 <- glmer(mederr ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
summary (M8.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1064.4	1088.8	-528.2	1056.4	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4395	-0.1955	-0.1562	-0.1432	6.2560



Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.7989	0.8938

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.57027	0.21659	-16.484	<2e-16 ***
hcastaffing2	-0.06491	0.24326	-0.267	0.790
hcastaffing3	0.00106	0.22634	0.005	0.996

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	hcstf2
hcastaffng2	-0.513	
hcastaffng3	-0.614	0.513

```
M8.3 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
summary(M8.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1063.7	1100.3	-525.9	1051.7	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4900	-0.1992	-0.1593	-0.1389	6.7501

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.7588	0.8711

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.7969	0.2479	-15.318	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.4805	0.2472	1.944	0.0519 .
rnstaffing3	0.5102	0.2767	1.844	0.0652 .
hcastaffing2	-0.1897	0.2506	-0.757	0.4490
hcastaffing3	-0.1736	0.2443	-0.710	0.4774

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
rnstaffing2	-0.477			
rnstaffing3	-0.404	0.621		
hcastaffng2	-0.330	-0.178	-0.237	
hcastaffng3	-0.352	-0.213	-0.376	0.551



```
M8.4 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M8.4)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1066.2	1127.2	-523.1	1046.2	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4966	-0.1918	-0.1614	-0.1373	8.5450

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.7852	0.8861
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.73964	0.27978	-13.366	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.44265	0.35455	1.249	0.212
rnstaffing3	0.11884	0.58100	0.205	0.838
hcastaffing2	-0.83688	0.56772	-1.474	0.140
hcastaffing3	0.05966	0.44713	0.133	0.894
rnstaffing2:hcastaffing2	0.86076	0.65952	1.305	0.192
rnstaffing3:hcastaffing2	0.83685	0.83946	0.997	0.319
rnstaffing2:hcastaffing3	-0.55747	0.57910	-0.963	0.336
rnstaffing3:hcastaffing3	0.20490	0.71473	0.287	0.774

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	hcstf3	rns2:2	rns3:2	rns2:3
rnstaffing2	-0.603						
rnstaffing3	-0.367	0.305					
hcastaffing2	-0.369	0.298	0.184				
hcastaffing3	-0.520	0.377	0.229	0.238			
rnstffng2:2	0.326	-0.528	-0.162	-0.856	-0.206		
rnstffng3:2	0.240	-0.206	-0.685	-0.677	-0.158	0.580	
rnstffng2:3	0.398	-0.604	-0.180	-0.178	-0.765	0.323	0.121
rnstffng3:3	0.309	-0.241	-0.804	-0.150	-0.619	0.131	0.556

```
M8.5 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M8.5)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
1061.6 1092.1 -525.8 1051.6 3290
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-0.4686 -0.1978 -0.1614 -0.1398 6.6953
```

Random effects:

```
Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.7419 0.8613
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -3.6457 0.3446 -10.580 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.4394 0.2407 1.826 0.0679 .
rnstaffing3 0.4379 0.2560 1.710 0.0872 .
skill -0.4163 0.4640 -0.897 0.3697
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.406
rnstaffing3 -0.415 0.596
skill -0.750 -0.013 -0.009
```

```
M8.6 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M8.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
1066.8 1115.6 -525.4 1050.8 3287
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-0.5174 -0.1947 -0.1599 -0.1392 7.3199
```

Random effects:

```
Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.7641 0.8741
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -3.960903 0.273704 -14.471 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.406261 0.245588 1.654 0.0981 .
rnstaffing3 0.425960 0.275686 1.545 0.1223
skillcat2 0.129967 0.227668 0.571 0.5681
skillcat3 -0.011524 0.249114 -0.046 0.9631
```



```
tyshlate 0.230944 0.238411 0.969 0.3327
tyshnight -0.009177 0.250731 -0.037 0.9708
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt
rnstaffing2 -0.483
rnstaffing3 -0.464 0.602
skillcat2 -0.443 0.022 0.046
skillcat3 -0.421 0.036 0.103 0.520
tyshlate -0.171 -0.176 -0.195 -0.048 -0.107
tyshnight -0.054 -0.147 -0.364 -0.146 -0.296 0.436
```

```
M8.7 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=
glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M8.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
1066.8 1140.0 -521.4 1042.8 3283
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-0.6101 -0.1955 -0.1584 -0.1316 8.2317
```

Random effects:

```
Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.7995 0.8941
```

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -3.936386 0.300197 -13.113 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.379278 0.247960 1.530 0.126
rnstaffing3 0.386881 0.278136 1.391 0.164
skillcat2 0.098776 0.318214 0.310 0.756
skillcat3 -0.028535 0.388147 -0.074 0.941
tyshlate 0.359945 0.369351 0.975 0.330
tyshnight -0.313149 0.521101 -0.601 0.548
skillcat2:tyshlate 0.210013 0.510592 0.411 0.681
skillcat3:tyshlate -0.892931 0.666467 -1.340 0.180
skillcat2:tyshnight 0.009644 0.652448 0.015 0.988
skillcat3:tyshnight 0.591254 0.642814 0.920 0.358
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt tyshng skllc2:tyshl skllc3:tyshl skllc2:tyshn
rnstaffing2 -0.459
rnstaffing3 -0.436 0.606
skillcat2 -0.518 0.027 0.032
```



```
skillcat3 -0.491 0.083 0.110 0.384
tyshlate -0.372 -0.101 -0.115 0.388 0.311
tyshnight -0.244 -0.022 -0.156 0.270 0.215 0.256
skllct2:tyshl 0.310 -0.008 -0.012 -0.620 -0.233 -0.703 -0.168
skllct3:tyshl 0.266 -0.033 -0.022 -0.218 -0.564 -0.540 -0.131 0.391
skllct2:tyshn 0.242 -0.031 0.004 -0.487 -0.184 -0.192 -0.774 0.304 0.109
skllct3:tyshn 0.281 -0.086 -0.055 -0.229 -0.596 -0.183 -0.780 0.139 0.339 0.628
```

```
M8.8 <- glmer(mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M8.8)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: mederr ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1070.9	1168.5	-519.4	1038.9	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5732	-0.1968	-0.1561	-0.1282	7.4231

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.8262	0.9089
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.92338	0.30006	-13.075	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.43264	0.33004	1.311	0.1899
rnstaffing3	0.74181	0.39463	1.880	0.0601 .
hcastaffing2	-0.29014	0.35288	-0.822	0.4110
hcastaffing3	-0.08094	0.35333	-0.229	0.8188
tyshlate	0.13958	0.59265	0.236	0.8138
tyshnight	0.51297	0.55947	0.917	0.3592
rnstaffing2:tyshlate	-0.12849	0.63640	-0.202	0.8400
rnstaffing3:tyshlate	0.27173	0.68666	0.396	0.6923
rnstaffing2:tyshnight	0.17723	0.67028	0.264	0.7915
rnstaffing3:tyshnight	-0.90258	0.72909	-1.238	0.2157
hcastaffing2:tyshlate	0.46969	0.59031	0.796	0.4262
hcastaffing3:tyshlate	-0.33696	0.61602	-0.547	0.5844
hcastaffing2:tyshnight	-0.51394	0.74400	-0.691	0.4897
hcastaffing3:tyshnight	-0.16361	0.68606	-0.238	0.8115

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Relationships between staffing, skill mix and *PRESSURE ULCERS*:

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

```
M9.1 <- glmer(ulc ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.1)
M9.2 <- glmer(ulc ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.2)
M9.3 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.3)
M9.4 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.4)
M9.5 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.5)
M9.6 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.6)
M9.7 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.7)
M9.8 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.8)
```

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```



```
M2 <- glmer(ulc ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit) , data=data2, family = "binomial" )
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

Generalized linear mixed model
Family: binomial (logit)
Formula: ulc ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.315211

```
M9.1 <- glmer(ulc ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa")
)
```

summary (M9.1)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1069.4	1093.8	-530.7	1061.4	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6274	-0.2037	-0.1309	-0.1141	7.1986

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.475	1.215

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.0320	0.2547	-15.829	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1825	0.2469	0.739	0.4597
rnstaffing3	0.4475	0.2491	1.797	0.0724 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2
rnstaffing2	-0.540
rnstaffing3	-0.538 0.581

```
M9.2 <- glmer(ulc ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa")
))
```

summary (M9.2)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1072.6	1097.0	-532.3	1064.6	3291



Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5645	-0.2028	-0.1286	-0.1178	6.5351

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.51	1.229

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.80976	0.24973	-15.255	<2e-16 ***
hcastaffing2	0.02143	0.24045	0.089	0.929
hcastaffing3	-0.06487	0.22733	-0.285	0.775

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	hcstf2
hcastaffing2	-0.478
hcastaffing3	-0.523 0.514

```
M9.3 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1072.1	1108.7	-530.1	1060.1	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5902	-0.2015	-0.1337	-0.1154	7.8393

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.447	1.203

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.9377	0.2733	-14.409	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.2318	0.2527	0.917	0.3591
rnstaffing3	0.5636	0.2713	2.077	0.0378 *
hcastaffing2	-0.1097	0.2494	-0.440	0.6601
hcastaffing3	-0.2750	0.2483	-1.107	0.2682

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
--------	--------	--------	--------



```
rnstaffing2 -0.412
rnstaffing3 -0.324 0.602
hcastaffng2 -0.327 -0.186 -0.263
hcastaffng3 -0.324 -0.193 -0.397 0.556
```

```
M9.4 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M9.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1076.1	1137.1	-528.0	1056.1	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6037	-0.1972	-0.1309	-0.1133	8.1754

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.492	1.221

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.9595	0.3042	-13.016	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.3456	0.3589	0.963	0.336
rnstaffing3	0.3063	0.5111	0.599	0.549
hcastaffing2	-0.5592	0.5294	-1.056	0.291
hcastaffing3	0.1286	0.4411	0.292	0.771
rnstaffing2:hcastaffing2	0.2476	0.6468	0.383	0.702
rnstaffing3:hcastaffing2	0.9815	0.7370	1.332	0.183
rnstaffing2:hcastaffing3	-0.5405	0.5811	-0.930	0.352
rnstaffing3:hcastaffing3	-0.2267	0.6560	-0.346	0.730

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	hcstf3	rns2:2	rns3:2	rns2:3
rnstaffing2	-0.536						
rnstaffing3	-0.361	0.337					
hcastaffng2	-0.370	0.307	0.216				
hcastaffng3	-0.475	0.368	0.259	0.260			
rnstffng2:2	0.302	-0.540	-0.181	-0.811	-0.209		
rnstffng3:2	0.238	-0.225	-0.679	-0.717	-0.183	0.583	
rnstffng2:3	0.334	-0.606	-0.203	-0.186	-0.742	0.331	0.135
rnstffng3:3	0.300	-0.252	-0.763	-0.174	-0.666	0.142	0.532 0.500

```
M9.5 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M9.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)



```
Formula: ulc ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1069.9	1100.4	-530.0	1059.9	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6150	-0.2003	-0.1325	-0.1145	7.3513

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.435	1.198

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.7106	0.3665	-10.124	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1822	0.2467	0.739	0.4602
rnstaffing3	0.4532	0.2486	1.823	0.0683 .
skill	-0.5628	0.4725	-1.191	0.2337

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3
rnstaffing2	-0.378		
rnstaffing3	-0.368	0.580	
skill	-0.722	0.005	-0.010

```
M9.6 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M9.6)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1074.7	1123.5	-529.3	1058.7	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5863	-0.2003	-0.1344	-0.1142	7.9890

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.415	1.189

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.80448	0.28609	-13.298	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.18712	0.25042	0.747	0.4549



```
rnstaffing3 0.44833 0.26752 1.676 0.0938 .
skillcat2 -0.27637 0.22345 -1.237 0.2162
skillcat3 -0.35012 0.24841 -1.409 0.1587
tyshlate -0.09733 0.25818 -0.377 0.7062
tyshnight 0.03469 0.24455 0.142 0.8872
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt
rnstaffing2 -0.450
rnstaffing3 -0.401 0.585
skillcat2 -0.344 0.025 0.040
skillcat3 -0.333 0.049 0.094 0.444
tyshlate -0.170 -0.154 -0.183 -0.055 -0.105
tyshnight -0.078 -0.133 -0.368 -0.150 -0.316 0.381
```

```
M9.7 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

summary (M9.7)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: ulc ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1078.1	1151.3	-527.1	1054.1	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5790	-0.1997	-0.1338	-0.1142	12.4390

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.457	1.207

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.86704	0.30839	-12.539	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.19760	0.25290	0.781	0.4346
rnstaffing3	0.44377	0.27065	1.640	0.1011
skillcat2	-0.28156	0.30801	-0.914	0.3606
skillcat3	-0.09617	0.36528	-0.263	0.7923
tyshlate	0.12466	0.36900	0.338	0.7355
tyshnight	0.04849	0.40974	0.118	0.9058
skillcat2:tyshlate	0.09769	0.55286	0.177	0.8597
skillcat3:tyshlate	-1.29472	0.75770	-1.709	0.0875 .
skillcat2:tyshnight	-0.06730	0.55956	-0.120	0.9043
skillcat3:tyshnight	-0.12843	0.55730	-0.230	0.8177

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt tyshng skllc2:tyshl skllc3:tyshl skllc2:tyshn
```



```
rnstaffing2 -0.444
rnstaffing3 -0.390 0.591
skillcat2 -0.404 0.026 0.020
skillcat3 -0.441 0.112 0.129 0.333
tyshlate -0.318 -0.083 -0.113 0.313 0.261
tyshnight -0.245 -0.033 -0.201 0.276 0.223 0.262
skllct2:tyshl 0.231 -0.016 -0.014 -0.558 -0.187 -0.647 -0.152
skllct3:tyshl 0.207 -0.046 -0.028 -0.157 -0.461 -0.479 -0.117 0.320
skllct2:tyshn 0.208 -0.018 0.021 -0.552 -0.179 -0.180 -0.699 0.308 0.089
skllct3:tyshn 0.273 -0.098 -0.074 -0.216 -0.645 -0.166 -0.689 0.119 0.303 0.513
```

```
M9.8 <- glmer(ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M9.8)
```

```
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
```

```
Family: binomial ( logit )
```

```
Formula: ulc ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)
```

```
Data: data2
```

```
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

```
      AIC      BIC logLik deviance df.resid
1088.4 1186.0 -528.2 1056.4   3279
```

```
Scaled residuals:
```

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-0.6088 -0.1985 -0.1351 -0.1116  7.8677
```

```
Random effects:
```

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 1.435   1.198
```

```
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

```
Fixed effects:
```

```
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    -4.15912   0.32066 -12.971 <2e-16 ***
rnstaffing2      0.43797   0.31757  1.379  0.1679
rnstaffing3      0.72867   0.36591  1.991  0.0464 *
hcastaffing2     0.08423   0.32083  0.263  0.7929
hcastaffing3    -0.03605   0.34400 -0.105  0.9165
tyshlate        0.40376   0.59303  0.681  0.4960
tyshnight       0.86096   0.53568  1.607  0.1080
rnstaffing2:tyshlate -0.46907  0.66704 -0.703  0.4819
rnstaffing3:tyshlate -0.24802  0.70644 -0.351  0.7255
rnstaffing2:tyshnight -0.41543  0.69316 -0.599  0.5490
rnstaffing3:tyshnight -0.38625  0.69811 -0.553  0.5801
hcastaffing2:tyshlate -0.29902  0.63601 -0.470  0.6383
hcastaffing3:tyshlate -0.44453  0.65581 -0.678  0.4979
hcastaffing2:tyshnight -0.76657  0.70088 -1.094  0.2741
hcastaffing3:tyshnight -0.70054  0.69018 -1.015  0.3101
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Relationships between staffing, skill mix and **FALLS**:

```
library(lme4)
```



```
Mx <- glmer(fal ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(fal ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(fal ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(fal ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

```
M10.1 <- glmer(fal ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.1)
M10.2 <- glmer(fal ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.2)
M10.3 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.3)
M10.4 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.4)
M10.5 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.5)
M10.6 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.6)
M10.7 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.7)
M10.8 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M10.8)
```

```
> M10.1 <- glmer(fal ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
754.3	778.7	-373.1	746.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4770	-0.1328	-0.0934	-0.0793	9.3682

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.877	1.37

Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.5986	0.3245	-14.173	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.2658	0.3189	-0.833	0.4046
rnstaffing3	0.4920	0.2948	1.669	0.0951 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
rnstaffing2	-0.423
rnstaffing3	-0.476 0.559

```
> M10.2 <- glmer(fal ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
	761.1	785.5	-376.5	753.1	3291

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.4508	-0.1347	-0.0925	-0.0859	7.9113

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	1.943	1.394
------------------	-------	-------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.581999	0.335375	-13.662	<2e-16 ***
hcastaffing2	0.192789	0.293367	0.657	0.511
hcastaffing3	-0.005602	0.284704	-0.020	0.984

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) hcstf2
hcastaffing2	-0.449
hcastaffing3	-0.492 0.544

```
> M10.3 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
756.7	793.3	-372.3	744.7	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5154	-0.1324	-0.0944	-0.0800	9.0211

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.828	1.352

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.54454	0.34799	-13.059	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.22756	0.32670	-0.697	0.4861
rnstaffing3	0.60753	0.32564	1.866	0.0621 .
hcastaffing2	0.05962	0.30732	0.194	0.8462
hcastaffing3	-0.28231	0.31706	-0.890	0.3733

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcastf2
rnstaffing2	-0.306			
rnstaffing3	-0.261	0.582		
hcastaffing2	-0.337	-0.186	-0.287	
hcastaffing3	-0.321	-0.201	-0.426	0.592

```
> M10.4 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
757.1	818.1	-368.5	737.1	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4836	-0.1263	-0.0975	-0.0799	10.6588

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	1.829	1.352

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.4013	0.3686	-11.942	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.1557	0.4553	-0.342	0.732
rnstaffing3	-0.5717	0.7917	-0.722	0.470
hcastaffing2	-0.2888	0.5483	-0.527	0.598



```
hcastaffing3      -0.6036  0.6624 -0.911  0.362
rnstaffing2:hcastaffing2 0.3691  0.7201 0.513  0.608
rnstaffing3:hcastaffing2 1.3040  0.9653 1.351  0.177
rnstaffing2:hcastaffing3 -0.7185  0.9525 -0.754  0.451
rnstaffing3:hcastaffing3 1.5638  1.0092 1.550  0.121
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.433
rnstaffing3 -0.240 0.237
hcastaffing2 -0.385 0.310 0.182
hcastaffing3 -0.359 0.256 0.144 0.220
rnstffing2:2 0.293 -0.613 -0.144 -0.751 -0.167
rnstffing3:2 0.201 -0.183 -0.809 -0.566 -0.122 0.428
rnstffing2:3 0.240 -0.468 -0.105 -0.144 -0.689 0.292 0.082
rnstffing3:3 0.218 -0.175 -0.772 -0.144 -0.651 0.111 0.635 0.452
```

```
> M10.5 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
      AIC      BIC logLik deviance df.resid
754.7   785.2  -372.3   744.7     3290
```

Scaled residuals:

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-0.5431 -0.1310 -0.0934 -0.0799  8.6538
```

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.

unit (Intercept) 1.846 1.359

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

```
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -4.2114    0.4420  -9.529 <2e-16 ***
rnstaffing2  -0.2594    0.3188  -0.814  0.4159
rnstaffing3   0.5154    0.2945   1.750  0.0801 .
skill        -0.7071    0.5618  -1.259  0.2082
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.306
rnstaffing3 -0.323 0.559
skill      -0.679 -0.011 -0.050
```



```
> M10.6 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: $\text{fal} \sim \text{rnstaffing} + \text{skillcat} + \text{tysh} + (1 | \text{unit})$

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
757.7	806.5	-370.8	741.7	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5825	-0.1357	-0.0934	-0.0784	9.6048

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	1.887	1.374
------------------	-------	-------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-4.582096	0.368561	-12.432	<2e-16 ***
-------------	-----------	----------	---------	------------

rnstaffing2	-0.320923	0.324846	-0.988	0.3232
-------------	-----------	----------	--------	--------

rnstaffing3	0.526592	0.319256	1.649	0.0991 .
-------------	----------	----------	-------	----------

skillcat2	-0.002346	0.271314	-0.009	0.9931
-----------	-----------	----------	--------	--------

skillcat3	-0.189530	0.310506	-0.610	0.5416
-----------	-----------	----------	--------	--------

tyshlate	0.403356	0.285269	1.414	0.1574
----------	----------	----------	-------	--------

tyshnight	-0.181491	0.320206	-0.567	0.5709
-----------	-----------	----------	--------	--------

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt

rnstaffing2 -0.332

rnstaffing3 -0.338 0.561

skillcat2 -0.359 0.008 0.026

skillcat3 -0.335 0.034 0.082 0.465

tyshlate -0.178 -0.173 -0.239 -0.071 -0.111

tyshnight -0.066 -0.110 -0.363 -0.138 -0.314 0.438

```
> M10.7 <- glmer(fal ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: $\text{fal} \sim \text{rnstaffing} + \text{skillcat} + \text{tysh} + \text{skillcat} * \text{tysh} + (1 | \text{unit})$

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
764.8	838.0	-370.4	740.8	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-----	----	--------	----	-----



-0.6282 -0.1377 -0.0934 -0.0777 9.9621

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 1.911 1.382
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.69915	0.40680	-11.551	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.30813	0.32669	-0.943	0.3456
rnstaffing3	0.53259	0.32328	1.647	0.0995 .
skillcat2	0.15658	0.38344	0.408	0.6830
skillcat3	0.07343	0.48503	0.151	0.8797
tyshlate	0.64641	0.42503	1.521	0.1283
tyshnight	0.01647	0.55370	0.030	0.9763
skillcat2:tyshlate	-0.31116	0.61354	-0.507	0.6120
skillcat3:tyshlate	-0.63020	0.74407	-0.847	0.3970
skillcat2:tyshnight	-0.34483	0.72977	-0.473	0.6366
skillcat3:tyshnight	-0.33980	0.74987	-0.453	0.6504

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.323									
rnstaffing3	-0.333	0.565								
skillcat2	-0.466	0.009	0.021							
skillcat3	-0.458	0.087	0.128	0.367						
tyshlate	-0.369	-0.107	-0.145	0.403	0.308					
tyshnight	-0.268	-0.013	-0.163	0.301	0.233	0.303				
skllct2:tyshl	0.301	0.005	-0.015	-0.622	-0.232	-0.671	-0.188			
skllct3:tyshl	0.271	-0.045	-0.036	-0.233	-0.625	-0.551	-0.158	0.386		
skllct2:tyshn	0.234	-0.030	-0.005	-0.522	-0.189	-0.213	-0.728	0.326	0.125	
skllct3:tyshn	0.302	-0.089	-0.104	-0.234	-0.643	-0.191	-0.698	0.148	0.404	0.539

```
> M10.8 <- glmer(fal ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M10.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: fal ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
770.5	868.1	-369.2	738.5	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6853	-0.1386	-0.0908	-0.0790	10.1327

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 1.933 1.39
Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-4.619795	0.395167	-11.691	<2e-16 ***
rnstaffing2	-0.393138	0.420848	-0.934	0.350
rnstaffing3	0.341950	0.449464	0.761	0.447
hcastaffing2	0.182162	0.407774	0.447	0.655
hcastaffing3	0.004327	0.455987	0.009	0.992
tyshlate	0.145865	0.727237	0.201	0.841
tyshnight	0.058817	0.751555	0.078	0.938
rnstaffing2:tyshlate	0.468155	0.828166	0.565	0.572
rnstaffing3:tyshlate	0.877165	0.828496	1.059	0.290
rnstaffing2:tyshnight	0.398435	0.990721	0.402	0.688
rnstaffing3:tyshnight	0.522958	0.939572	0.557	0.578
hcastaffing2:tyshlate	-0.496165	0.714708	-0.694	0.488
hcastaffing3:tyshlate	-0.352523	0.737884	-0.478	0.633
hcastaffing2:tyshnight	-0.406413	0.936444	-0.434	0.664
hcastaffing3:tyshnight	-0.870672	0.960160	-0.907	0.365

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Relationships between staff, skill mix and **HOSPITAL ACQUIRED INFECTIONS:**

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(hinf ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(hinf ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(hinf ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(hinf ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

```
M11.1 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.1)
M11.2 <- glmer(hinf ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.2)
M11.3 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.3)
M11.4 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.4)
M11.5 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.5)
M11.6 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.6)
M11.7 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.7)
```



```
M11.8 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M11.8)
```

```
M11.1 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: leave ~ rnstaffing + (1 | HOSPID) + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
4196.8	4227.3	-2093.4	4186.8	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2240	-0.7274	-0.6027	1.1453	2.3731

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.16922	0.4114
------------------	---------	--------

HOSPID (Intercept)	0.06528	0.2555
--------------------	---------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215; HOSPID, 42

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-0.91680	0.08817	-10.399	< 2e-16 ***
-------------	----------	---------	---------	-------------

rnstaffing2	0.31948	0.09549	3.345	0.000821 ***
-------------	---------	---------	-------	--------------

rnstaffing3	0.42773	0.10102	4.234	2.29e-05 ***
-------------	---------	---------	-------	--------------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2

rnstaffing2 -0.594

rnstaffing3 -0.562 0.530

```
> M11.2 <- glmer(hinf ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: hinf ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2055.3	2079.7	-1023.6	2047.3	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8732	-0.3206	-0.2647	-0.2254	5.0168

Random effects:



Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6836 0.8268
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.67025	0.14706	-18.157	<2e-16 ***
hcastaffng2	0.05257	0.16693	0.315	0.7528
hcastaffng3	0.25288	0.15152	1.669	0.0951.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) hcstf2

hcastaffng2 -0.558

hcastaffng3 -0.644 0.544

```
> M11.3 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2057.6	2094.2	-1022.8	2045.6	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8892	-0.3239	-0.2629	-0.2241	4.7958

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6726 0.8201

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.756690	0.162713	-16.942	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.198440	0.160086	1.240	0.215
rnstaffing3	0.185575	0.179031	1.037	0.300
hcastaffng2	0.002089	0.172225	0.012	0.990
hcastaffng3	0.188074	0.164188	1.145	0.252

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2

rnstaffing2 -0.424

rnstaffing3 -0.313 0.581

hcastaffng2 -0.398 -0.180 -0.242

hcastaffng3 -0.422 -0.209 -0.385 0.579

```
> M11.4 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.4)
```



Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2058	2119	-1019	2038	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8186	-0.3269	-0.2652	-0.2245	6.6931

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6688	0.8178
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.727636	0.183927	-14.830	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.337024	0.241904	1.393	0.1636
rnstaffing3	-0.847402	0.544942	-1.555	0.1199
hcastaffing2	-0.125821	0.298605	-0.421	0.6735
hcastaffing3	0.198082	0.281499	0.704	0.4816
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.008285	0.385995	-0.021	0.9829
rnstaffing3:hcastaffing2	1.170766	0.634059	1.846	0.0648.
rnstaffing2:hcastaffing3	-0.327281	0.370412	-0.884	0.3769
rnstaffing3:hcastaffing3	1.088525	0.603657	1.803	0.0714.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	hcstf3	rns2:2	rns3:2	rns2:3
rnstaffing2	-0.584						
rnstaffing3	-0.261	0.207					
hcastaffing2	-0.477	0.353	0.158				
hcastaffing3	-0.526	0.378	0.167	0.314			
rnstffng2:2	0.369	-0.610	-0.125	-0.764	-0.242		
rnstffng3:2	0.219	-0.169	-0.853	-0.469	-0.145	0.360	
rnstffng2:3	0.384	-0.644	-0.131	-0.229	-0.749	0.399	0.109
rnstffng3:3	0.239	-0.179	-0.897	-0.145	-0.462	0.113	0.772
							0.350

```
> M11.5 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: hinf ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2057.1	2087.6	-1023.6	2047.1	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-----	----	--------	----	-----



-0.8371 -0.3280 -0.2650 -0.2278 4.6736

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6693 0.8181
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -2.8108 0.2239 -12.552 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.2258 0.1561 1.447 0.148
rnstaffing3 0.2561 0.1652 1.550 0.121
skill 0.1854 0.3009 0.616 0.538

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.381
rnstaffing3 -0.341 0.555
skill -0.765 -0.014 -0.048

```
> M11.6 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M11.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial (logit)

Formula: hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2057.2	2106.0	-1020.6	2041.2	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.9560	-0.3247	-0.2659	-0.2241	5.5383

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.6706 0.8189
Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -2.69191 0.17291 -15.569 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.28936 0.15974 1.811 0.0701.
rnstaffing3 0.36098 0.18092 1.995 0.0460 *
skillcat2 -0.05177 0.15543 -0.333 0.7391
skillcat3 0.20916 0.16026 1.305 0.1918
tyshlate -0.32163 0.17120 -1.879 0.0603.
tyshnight -0.20504 0.16494 -1.243 0.2138

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt



```
rnstaffing2 -0.483
rnstaffing3 -0.420 0.568
skillcat2 -0.438 0.029 0.043
skillcat3 -0.451 0.055 0.101 0.509
tyshlate -0.126 -0.175 -0.202 -0.045 -0.094
tyshnight -0.028 -0.162 -0.405 -0.137 -0.305 0.381
> M11.7 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=
glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M11.7)
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
Family: binomial (logit)
Formula: hinf ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
2063.2	2136.4	-1019.6	2039.2	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.9174	-0.3236	-0.2645	-0.2208	5.2112

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6703	0.8187

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.64237	0.18539	-14.253	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.27392	0.16062	1.705	0.0881.
rnstaffing3	0.34150	0.18165	1.880	0.0601.
skillcat2	-0.09074	0.20243	-0.448	0.6540
skillcat3	0.10316	0.22805	0.452	0.6510
tyshlate	-0.32513	0.27395	-1.187	0.2353
tyshnight	-0.43270	0.32604	-1.327	0.1845
skillcat2:tyshlate	0.13387	0.39183	0.342	0.7326
skillcat3:tyshlate	-0.08417	0.41338	-0.204	0.8387
skillcat2:tyshnight	0.14834	0.41386	0.358	0.7200
skillcat3:tyshnight	0.40116	0.39801	1.008	0.3135

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.475								
rnstaffing3	-0.408	0.571							
skillcat2	-0.489	0.031	0.031						
skillcat3	-0.506	0.108	0.123	0.386					
tyshlate	-0.289	-0.086	-0.114	0.307	0.261				
tyshnight	-0.240	-0.024	-0.169	0.255	0.221	0.213			
skllct2:tyshl	0.249	-0.008	-0.010	-0.512	-0.196	-0.683	-0.130		
skllct3:tyshl	0.245	-0.052	-0.026	-0.207	-0.525	-0.646	-0.128	0.455	
skllct2:tyshn	0.231	-0.029	-0.002	-0.490	-0.190	-0.154	-0.758	0.252	0.105
skllct3:tyshn	0.283	-0.094	-0.071	-0.221	-0.570	-0.146	-0.782	0.111	0.304
									0.625



```
> M11.8 <- glmer(hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
> summary(M11.8)
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
Family: binomial ( logit )
Formula: hinf ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)
Data: data2
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

```
      AIC      BIC  logLik deviance df.resid
2062.8  2160.4 -1015.4  2030.8    3279
```

Scaled residuals:

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-0.9905 -0.3324 -0.2641 -0.2151  5.2119
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit  (Intercept) 0.6652  0.8156
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    -2.85665   0.19031 -15.011 < 2e-16 ***
rnstaffing2      0.55846   0.19729  2.831  0.00465 **
rnstaffing3      0.27229   0.26418  1.031  0.30269
hcastaffing2     0.10449   0.21496  0.486  0.62689
hcastaffing3     0.26432   0.21735  1.216  0.22396
tyshlate         0.06599   0.40251  0.164  0.86977
tyshnight        0.20877   0.41392  0.504  0.61400
rnstaffing2:tyshlate -0.52421   0.42518 -1.233  0.21761
rnstaffing3:tyshlate -0.21757   0.48893 -0.445  0.65632
rnstaffing2:tyshnight -1.33327   0.45150 -2.953  0.00315 **
rnstaffing3:tyshnight -0.52267   0.45478 -1.149  0.25044
hcastaffing2:tyshlate -0.23580   0.44700 -0.528  0.59783
hcastaffing3:tyshlate -0.04273   0.42671 -0.100  0.92023
hcastaffing2:tyshnight 0.29413   0.53222  0.553  0.58050
hcastaffing3:tyshnight 0.31974   0.51396  0.622  0.53387
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Relationships between staffing, skill mix and [URINARY TRACT INFECTIONS](#):

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(UTI ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(UTI ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(UTI ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(UTI ~ 1 + (1 | HOSPID) + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

```
M12.1 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```



```
summary (M12.1)
M12.2 <- glmer(UTI ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.2)
M12.3 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.3)
M12.4 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.4)
M12.5 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.5)
M12.6 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.6)
M12.7 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.7)
M12.8 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh+hcastaffing*tysh+ (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary (M12.8)
```

Generalized linear mixed model

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.145312

```
>
> M12.1 <- glmer(UTI ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyq
a"))
```

```
> summary (M12.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1962.7	1987.1	-977.3	1954.7	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8496	-0.3217	-0.2636	-0.2242	4.9487

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.5368	0.7326
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.7294	0.1424	-19.162	< 2e-16 ***
rnstaffing2	0.1069	0.1639	0.652	0.51439
rnstaffing3	0.4276	0.1646	2.598	0.00937 **



Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2
rnstaffing2 -0.623
rnstaffing3 -0.626 0.558

```
> M12.2 <- glmer(UTI ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1969.8	1994.2	-980.9	1961.8	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.7718	-0.3237	-0.2627	-0.2265	4.7796

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.5636	0.7507

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.57960	0.14148	-18.232	<2e-16 ***
hcastaffing2	-0.03152	0.16809	-0.188	0.851
hcastaffing3	0.06957	0.15406	0.452	0.652

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) hcstf2
hcastaffng2 -0.561
hcastaffng3 -0.644 0.528

```
> M12.3 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1966.0	2002.6	-977.0	1954.0	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8403	-0.3245	-0.2632	-0.2234	5.0750



Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.5364	0.7324
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-2.6699	0.1585	-16.840	<2e-16 ***
-------------	---------	--------	---------	------------

rnstaffing2	0.1361	0.1680	0.810	0.41788
-------------	--------	--------	-------	---------

rnstaffing3	0.4781	0.1797	2.660	0.00781 **
-------------	--------	--------	-------	------------

hcastaffing2	-0.1427	0.1742	-0.819	0.41268
--------------	---------	--------	--------	---------

hcastaffing3	-0.1115	0.1683	-0.662	0.50780
--------------	---------	--------	--------	---------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2
--------	--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.452		
-------------	--------	--	--

rnstaffing3	-0.350	0.584	
-------------	--------	-------	--

hcastaffing2	-0.382	-0.177	-0.260
--------------	--------	--------	--------

```
> M12.4 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
-----	-----	--------	----------	----------

1966.4	2027.4	-973.2	1946.4	3285
--------	--------	--------	--------	------

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-----	----	--------	----	-----

-0.8589	-0.3216	-0.2637	-0.2162	4.9668
---------	---------	---------	---------	--------

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.5342	0.7309
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-2.70680	0.18248	-14.833	<2e-16 ***
-------------	----------	---------	---------	------------

rnstaffing2	0.42326	0.24373	1.737	0.0825 .
-------------	---------	---------	-------	----------

rnstaffing3	-0.17993	0.43633	-0.412	0.6801
-------------	----------	---------	--------	--------

hcastaffing2	-0.03369	0.29412	-0.115	0.9088
--------------	----------	---------	--------	--------

hcastaffing3	-0.05229	0.30453	-0.172	0.8637
--------------	----------	---------	--------	--------

rnstaffing2:hcastaffing2	-0.39189	0.39182	-1.000	0.3172
--------------------------	----------	---------	--------	--------

rnstaffing3:hcastaffing2	0.58213	0.53582	1.086	0.2773
--------------------------	---------	---------	-------	--------

rnstaffing2:hcastaffing3	-0.52019	0.40025	-1.300	0.1937
--------------------------	----------	---------	--------	--------

rnstaffing3:hcastaffing3	0.74100	0.51933	1.427	0.1536
--------------------------	---------	---------	-------	--------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.611
rnstaffing3 -0.340 0.264
hcastaffng2 -0.502 0.370 0.209
hcastaffng3 -0.509 0.361 0.201 0.305
rnstffng2:2 0.377 -0.607 -0.160 -0.742 -0.227
rnstffng3:2 0.273 -0.206 -0.806 -0.547 -0.165 0.409
rnstffng2:3 0.377 -0.601 -0.156 -0.224 -0.751 0.370 0.124
rnstffng3:3 0.292 -0.214 -0.832 -0.179 -0.581 0.135 0.679 0.440
```

```
> M12.5 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1963.2	1993.7	-976.6	1953.2	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8398	-0.3214	-0.2649	-0.2227	5.0134

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.5254	0.7248
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.5163	0.2257	-11.151	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1084	0.1638	0.661	0.50837
rnstaffing3	0.4334	0.1644	2.636	0.00839 **
skill	-0.3803	0.3164	-1.202	0.22935

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3
rnstaffing2 -0.390
rnstaffing3 -0.377 0.558
skill -0.776 -0.005 -0.024
```

```
> M12.6 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
1964.9 2013.7 -974.4 1948.9 3287
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-0.8151 -0.3225 -0.2629 -0.2220  5.8300
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.5263  0.7255
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -2.5649   0.1682 -15.245 < 2e-16 ***
rnstaffing2  0.1627   0.1671  0.974 0.33020
rnstaffing3  0.5105   0.1800  2.837 0.00456 **
skillcat2   -0.1340   0.1546 -0.867 0.38611
skillcat3   -0.1489   0.1660 -0.897 0.36988
tyshlate    -0.3590   0.1780 -2.016 0.04377 *
tyshnight   -0.1418   0.1673 -0.848 0.39665
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt
rnstaffing2 -0.503
rnstaffing3 -0.456 0.570
skillcat2   -0.430 0.030 0.049
skillcat3   -0.415 0.050 0.102 0.483
tyshlate    -0.128 -0.158 -0.202 -0.053 -0.098
tyshnight   -0.036 -0.156 -0.403 -0.148 -0.307 0.377
```

```
> M12.7 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC   BIC  logLik deviance df.resid
1970.9 2044.1 -973.4 1946.9 3283
```

Scaled residuals:

```
Min   1Q  Median   3Q   Max
-0.8177 -0.3212 -0.2617 -0.2225  5.9135
```

Random effects:

```
Groups Name      Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.5326  0.7298
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:



```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -2.50894 0.18057 -13.895 < 2e-16 ***
rnstaffing2 0.14426 0.16804 0.858 0.39064
rnstaffing3 0.49648 0.18061 2.749 0.00598 **
skillcat2 -0.18608 0.20294 -0.917 0.35919
skillcat3 -0.30402 0.24776 -1.227 0.21979
tyshlate -0.32421 0.27232 -1.191 0.23383
tyshnight -0.47754 0.31763 -1.503 0.13272
skillcat2:tyshlate -0.08570 0.40523 -0.211 0.83251
skillcat3:tyshlate 0.03955 0.43691 0.091 0.92788
skillcat2:tyshnight 0.38525 0.39984 0.964 0.33529
skillcat3:tyshnight 0.52362 0.40702 1.286 0.19828
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt tyshng skllct2:tyshl skllct3:tyshl skllct2:tyshn
rnstaffing2 -0.491
rnstaffing3 -0.439 0.573
skillcat2 -0.485 0.031 0.033
skillcat3 -0.467 0.100 0.122 0.345
tyshlate -0.291 -0.086 -0.121 0.298 0.235
tyshnight -0.233 -0.031 -0.183 0.253 0.198 0.214
skllct2:tyshl 0.247 -0.006 -0.008 -0.496 -0.171 -0.657 -0.125
skllct3:tyshl 0.241 -0.045 -0.025 -0.191 -0.547 -0.608 -0.118 0.412
skllct2:tyshn 0.234 -0.027 0.003 -0.509 -0.174 -0.154 -0.762 0.252 0.099
skllct3:tyshn 0.278 -0.090 -0.070 -0.210 -0.604 -0.139 -0.740 0.102 0.333 0.598
```

```
> M12.8 <- glmer(UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M12.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: UTI ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

```
AIC BIC logLik deviance df.resid
1970.7 2068.3 -969.4 1938.7 3279
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-0.8363 -0.3276 -0.2630 -0.2131 5.4916
```

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev.

unit (Intercept) 0.5224 0.7228

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -2.712852 0.184222 -14.726 < 2e-16 ***
rnstaffing2 0.517328 0.203289 2.545 0.01093 *
rnstaffing3 0.448382 0.261885 1.712 0.08687 .
hcastaffing2 -0.096730 0.217597 -0.445 0.65665
hcastaffing3 -0.088938 0.227536 -0.391 0.69589
```



```
tyshlate      -0.118486  0.415907 -0.285  0.77573
tyshnight     0.074721  0.427640  0.175  0.86129
rnstaffing2:tyshlate -0.715555  0.455349 -1.571  0.11608
rnstaffing3:tyshlate  0.002021  0.485671  0.004  0.99668
rnstaffing2:tyshnight -1.281092  0.478995 -2.675  0.00748 **
rnstaffing3:tyshnight -0.352100  0.466558 -0.755  0.45044
hcastaffing2:tyshlate  0.047501  0.464352  0.102  0.91852
hcastaffing3:tyshlate  0.101496  0.456640  0.222  0.82411
hcastaffing2:tyshnight  0.373944  0.543881  0.688  0.49174
hcastaffing3:tyshnight  0.425968  0.531176  0.802  0.42259
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Relationships between staffing, skill mix and *SEPSIS*:

```
library(lme4)
```

```
Mx <- glmer(sep ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family="binomial")
M0 <- glmer(sep ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family="binomial")
M1 <- glmer(sep ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family="binomial")
M2 <- glmer(sep ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family="binomial")
```

```
library(sjstats)
icc(M1)
```

```
M13.1 <- glmer(sep ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.1)
M13.2 <- glmer(sep ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.2)
M13.3 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.3)
M13.4 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing+ rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.4)
M13.5 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.5)
M13.6 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.6)
M13.7 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.7)
M13.8 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh+ (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M13.8)
```

Generalized linear mixed model
Family: binomial (logit)
Formula: sep ~ 1 + (1 | unit)

ICC (unit): 0.180005

>



```
> M13.1 <- glmer(sep ~ rnstaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M13.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1121.7	1146.1	-556.8	1113.7	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4893	-0.2056	-0.1660	-0.1498	6.7092

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6941	0.8331
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-3.6800	0.2133	-17.255	<2e-16 ***
-------------	---------	--------	---------	------------

rnstaffing2	0.2142	0.2297	0.933	0.351
-------------	--------	--------	-------	-------

rnstaffing3	0.2926	0.2392	1.223	0.221
-------------	--------	--------	-------	-------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) rnstf2
--	---------------

rnstaffing2	-0.592
-------------	--------

rnstaffing3	-0.579 0.570
-------------	--------------

```
> M13.2 <- glmer(sep ~ hcastaffing+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary (M13.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1123.1	1147.5	-557.5	1115.1	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4813	-0.2024	-0.1626	-0.1510	6.2425

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.7189	0.8479
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------



```
(Intercept) -3.52524 0.21407 -16.468 <2e-16 ***  
hcastaffing2 0.06847 0.23381 0.293 0.770  
hcastaffing3 -0.02797 0.22078 -0.127 0.899  
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) hcstf2

hcastaffg2 -0.546

hcastaffg3 -0.598 0.528

```
> M13.3 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1125.2	1161.8	-556.6	1113.2	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4789	-0.2045	-0.1670	-0.1494	6.8407

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6823	0.826
------------------	--------	-------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-3.63619	0.23654	-15.373	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.23745	0.23496	1.011	0.312
rnstaffing3	0.35245	0.25914	1.360	0.174
hcastaffing2	-0.01794	0.24168	-0.074	0.941
hcastaffing3	-0.15234	0.23925	-0.637	0.524

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2

rnstaffing2 -0.428

rnstaffing3 -0.325 0.593

hcastaffing2 -0.385 -0.178 -0.254

hcastaffing3 -0.386 -0.196 -0.384 0.567

```
> M13.4 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")



AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1129.2	1190.2	-554.6	1109.2	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5070	-0.2066	-0.1698	-0.1467	7.2986

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6682	0.8174

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.6047	0.2653	-13.588	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.3866	0.3372	1.146	0.252
rnstaffing3	-0.6949	0.7593	-0.915	0.360
hcastaffing2	-0.0112	0.4202	-0.027	0.979
hcastaffing3	-0.2846	0.4577	-0.622	0.534
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.2369	0.5427	-0.436	0.663
rnstaffing3:hcastaffing2	1.0665	0.8781	1.215	0.225
rnstaffing2:hcastaffing3	-0.1638	0.5779	-0.284	0.777
rnstaffing3:hcastaffing3	1.2582	0.8747	1.438	0.150

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	hcstf2	hcstf3	rns2:2	rns3:2	rns2:3
rnstaffing2	-0.581						
rnstaffing3	-0.265	0.219					
hcastaffing2	-0.500	0.376	0.169				
hcastaffing3	-0.459	0.346	0.154	0.286			
rnstffng2:2	0.377	-0.606	-0.132	-0.765	-0.219		
rnstffng3:2	0.236	-0.182	-0.860	-0.476	-0.135	0.366	
rnstffng2:3	0.341	-0.576	-0.125	-0.216	-0.784	0.352	0.105
rnstffng3:3	0.235	-0.184	-0.863	-0.148	-0.520	0.115	0.747

```
> M13.5 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skill + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1122.9	1153.4	-556.4	1112.9	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.4835	-0.2055	-0.1672	-0.1486	6.9109

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6747	0.8214

Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.4488	0.3308	-10.424	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.2143	0.2296	0.934	0.351
rnstaffing3	0.2995	0.2389	1.254	0.210
skill	-0.4070	0.4525	-0.900	0.368

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3
rnstaffing2	-0.383		
rnstaffing3	-0.357	0.570	
skill	-0.766	0.003	-0.024

```
> M13.6 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
	1127.0	1175.8	-555.5	1111.0	3287

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.4937	-0.2062	-0.1678	-0.1469	7.5005

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
--------	------	----------	----------

unit	(Intercept)	0.6962	0.8344
------	-------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.5427	0.2498	-14.183	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.2026	0.2341	0.866	0.387
rnstaffing3	0.2171	0.2606	0.833	0.405
skillcat2	-0.2950	0.2241	-1.316	0.188
skillcat3	-0.2033	0.2316	-0.878	0.380
tyshlate	-0.0713	0.2486	-0.287	0.774
tyshnight	0.2083	0.2366	0.880	0.379

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
rnstaffing2	-0.468					
rnstaffing3	-0.391	0.577				
skillcat2	-0.382	0.024	0.039			
skillcat3	-0.382	0.043	0.083	0.471		
tyshlate	-0.166	-0.172	-0.191	-0.055	-0.091	
tyshnight	-0.104	-0.150	-0.393	-0.147	-0.307	0.398



```
> M13.7 <- glmer(sep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1130.7	1203.9	-553.3	1106.7	3283

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5188	-0.2067	-0.1707	-0.1399	7.3698

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.7003	0.8368
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.3683	0.2614	-12.885	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1635	0.2354	0.694	0.4874
rnstaffing3	0.1822	0.2612	0.698	0.4853
skillcat2	-0.5843	0.3144	-1.858	0.0631 .
skillcat3	-0.5658	0.3679	-1.538	0.1240
tyshlate	-0.2760	0.3800	-0.726	0.4677
tyshnight	-0.4824	0.4710	-1.024	0.3058
skillcat2:tyshlate	0.5320	0.5638	0.944	0.3453
skillcat3:tyshlate	0.2841	0.6273	0.453	0.6506
skillcat2:tyshnight	0.8948	0.6005	1.490	0.1362
skillcat3:tyshnight	1.0516	0.6009	1.750	0.0801 .

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt	tyshng	skllct2:tyshl	skllct3:tyshl	skllct2:tyshn
rnstaffing2	-0.469								
rnstaffing3	-0.387	0.580							
skillcat2	-0.413	0.031	0.029						
skillcat3	-0.409	0.098	0.107	0.284					
tyshlate	-0.284	-0.095	-0.114	0.262	0.215				
tyshnight	-0.218	-0.019	-0.160	0.211	0.175	0.195			
skllct2:tyshl	0.245	-0.005	-0.011	-0.551	-0.156	-0.659	-0.116		
skllct3:tyshl	0.217	-0.050	-0.024	-0.161	-0.566	-0.589	-0.109	0.400	
skllct2:tyshn	0.199	-0.040	-0.009	-0.524	-0.150	-0.138	-0.759	0.287	0.088
skllct3:tyshn	0.240	-0.094	-0.074	-0.173	-0.611	-0.126	-0.751	0.093	0.349
									0.599

```
> M13.8 <- glmer(sep ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
> summary(M13.8)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [‘glmerMod’]

Family: binomial (logit)

Formula: sep ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)

Data: data2



Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1129.0	1226.6	-548.5	1097.0	3279

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5303	-0.2074	-0.1688	-0.1396	7.0234

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6394	0.7996

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.63354	0.27303	-13.308	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.62978	0.29110	2.163	0.0305 *
rnstaffing3	-0.11881	0.45824	-0.259	0.7954
hcastaffing2	-0.08526	0.30914	-0.276	0.7827
hcastaffing3	-0.59793	0.36972	-1.617	0.1058
tyshlate	-0.02606	0.58372	-0.045	0.9644
tyshnight	0.04226	0.59841	0.071	0.9437
rnstaffing2:tyshlate	-1.02020	0.58238	-1.752	0.0798 .
rnstaffing3:tyshlate	-0.20734	0.71986	-0.288	0.7733
rnstaffing2:tyshnight	-1.07830	0.68700	-1.570	0.1165
rnstaffing3:tyshnight	0.42410	0.72369	0.586	0.5579
hcastaffing2:tyshlate	0.79890	0.63703	1.254	0.2098
hcastaffing3:tyshlate	0.78415	0.69632	1.126	0.2601
hcastaffing2:tyshnight	0.10148	0.77176	0.131	0.8954
hcastaffing3:tyshnight	0.87569	0.75997	1.152	0.2492

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Relationships between staffing, skill mix and **PNEUMONIA**:

library(lme4)

```
Mx <- glmer(pneu ~ 1 + (1 | REGIONID), data=data2, family = "binomial")
M0 <- glmer(pneu ~ 1 + (1 | HOSPID), data=data2, family = "binomial")
M1 <- glmer(pneu ~ 1 + (1 | unit), data=data2, family = "binomial")
M2 <- glmer(pneu ~ 1 + (1 | HOSPID)+(1 | unit), data=data2, family = "binomial")
```

library(sjstats)
icc(M1)

```
M14.1 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.1)
M14.2 <- glmer(pneu ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.2)
M14.3 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.3)
```



```
M14.4 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.4)
M14.5 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.5)
M14.6 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.6)
M14.7 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial",
control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.7)
M14.8 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2,
family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
summary(M14.8)
```

```
M14.1 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M14.1)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1543.6	1568.0	-767.8	1535.6	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6123	-0.2625	-0.2162	-0.1869	5.1754

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6323	0.7952

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.1548	0.1709	-18.463	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1214	0.1902	0.638	0.5233
rnstaffing3	0.3656	0.1935	1.890	0.0588 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2
rnstaffing2	-0.591
rnstaffing3	-0.599 0.563

```
M14.2 <- glmer(pneu ~ hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M14.2)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ hcastaffing + (1 | unit)



Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1542.0	1566.4	-767.0	1534.0	3291

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5890	-0.2614	-0.2141	-0.1896	5.4683

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
unit	(Intercept)	0.671	0.8192

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.92667	0.16762	-17.460	<2e-16 ***
hcastaffing2	-0.37914	0.20412	-1.857	0.0633 .
hcastaffing3	0.03953	0.17358	0.228	0.8199

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	hcstf2
hcastaffing2	-0.484	
hcastaffing3	-0.607	0.484

```
M14.3 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M14.3)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1541.6	1578.2	-764.8	1529.6	3289

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6323	-0.2612	-0.2174	-0.1854	5.6703

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
unit	(Intercept)	0.6376	0.7985

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.0281	0.1871	-16.184	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.1793	0.1950	0.920	0.3577
rnstaffing3	0.4368	0.2116	2.064	0.0390 *
hcastaffing2	-0.4818	0.2108	-2.286	0.0223 *
hcastaffing3	-0.1188	0.1896	-0.626	0.5311



Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2
rnstaffing2 -0.445
rnstaffing3 -0.348 0.587
hcastaffng2 -0.327 -0.166 -0.248
hcastaffng3 -0.371 -0.199 -0.401 0.528

```
M14.4 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing*hcastaffing + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))  
summary(M14.4)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + rnstaffing * hcastaffing + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1540.6	1601.6	-760.3	1520.6	3285

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6561	-0.2596	-0.2162	-0.1777	5.7272

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
unit (Intercept)	0.6321	0.7951

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.0335	0.2102	-14.428	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.4233	0.2702	1.567	0.117
rnstaffing3	-0.5008	0.5526	-0.906	0.365
hcastaffing2	-0.4490	0.3795	-1.183	0.237
hcastaffing3	-0.1038	0.3430	-0.303	0.762
rnstaffing2:hcastaffing2	-0.1992	0.4839	-0.412	0.681
rnstaffing3:hcastaffing2	0.8228	0.6956	1.183	0.237
rnstaffing2:hcastaffing3	-0.5469	0.4505	-1.214	0.225
rnstaffing3:hcastaffing3	1.0845	0.6377	1.701	0.089.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) rnstf2 rnstf3 hcstf2 hcstf3 rns2:2 rns3:2 rns2:3
rnstaffing2 -0.590
rnstaffing3 -0.292 0.239
hcastaffng2 -0.431 0.329 0.162
hcastaffng3 -0.489 0.367 0.179 0.266
rnstffng2:2 0.336 -0.542 -0.129 -0.777 -0.207
rnstffng3:2 0.235 -0.181 -0.787 -0.544 -0.143 0.425
rnstffng2:3 0.360 -0.591 -0.140 -0.193 -0.752 0.324 0.107
rnstffng3:3 0.255 -0.200 -0.860 -0.141 -0.534 0.111 0.683 0.405



```
M14.5 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skill+ (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary (M14.5)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + skill + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1545.2	1575.7	-767.6	1535.2	3290

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6082	-0.2606	-0.2160	-0.1867	5.1662

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6234	0.7896
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
--	----------	------------	---------	----------

(Intercept)	-3.0154	0.2661	-11.330	<2e-16 ***
-------------	---------	--------	---------	------------

rnstaffing2	0.1219	0.1901	0.641	0.5215
-------------	--------	--------	-------	--------

rnstaffing3	0.3700	0.1934	1.913	0.0557 .
-------------	--------	--------	-------	----------

skill	-0.2471	0.3648	-0.678	0.4981
-------	---------	--------	--------	--------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	rnstf2	rnstf3
--------	--------	--------

rnstaffing2	-0.378	
-------------	--------	--

rnstaffing3	-0.363	0.563
-------------	--------	-------

skill	-0.767	-0.002	-0.029
-------	--------	--------	--------

```
M14.6 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skillcat+ tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary (M14.6)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + skillcat + tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1547.9	1596.7	-766.0	1531.9	3287

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6143	-0.2612	-0.2164	-0.1866	5.2763

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6087	0.7802
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215



Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.00991	0.20150	-14.938	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.14766	0.19380	0.762	0.4461
rnstaffing3	0.37117	0.21157	1.754	0.0794 .
skillcat2	-0.24786	0.18457	-1.343	0.1793
skillcat3	-0.08562	0.18952	-0.452	0.6515
tyshlate	-0.24629	0.20993	-1.173	0.2407
tyshnight	0.02702	0.19431	0.139	0.8894

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	rnstf2	rnstf3	skllc2	skllc3	tyshlt
rnstaffing2	-0.469					
rnstaffing3	-0.417	0.572				
skillcat2	-0.408	0.026	0.039			
skillcat3	-0.409	0.052	0.099	0.479		
tyshlate	-0.162	-0.166	-0.194	-0.046	-0.092	
tyshnight	-0.065	-0.156	-0.405	-0.146	-0.314	0.380

```
M14.7 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M14.7)
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula: pneu ~ rnstaffing + skillcat + tysh + skillcat * tysh + (1 | unit)

Data: data2

Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")

	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
	1544.0	1617.2	-760.0	1520.0	3283

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.6500	-0.2651	-0.2172	-0.1812	6.9961

Random effects:

Groups Name	Variance	Std.Dev.
-------------	----------	----------

unit (Intercept)	0.6235	0.7896
------------------	--------	--------

Number of obs: 3295, groups: unit, 215

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.92003	0.21476	-13.597	<2e-16 ***
rnstaffing2	0.14891	0.19590	0.760	0.44718
rnstaffing3	0.37786	0.21365	1.769	0.07696 .
skillcat2	-0.68343	0.26716	-2.558	0.01052 *
skillcat3	-0.00971	0.26357	-0.037	0.97061
tyshlate	-0.21041	0.30821	-0.683	0.49480
tyshnight	-0.70318	0.40766	-1.725	0.08454 .
skillcat2:tyshlate	0.56541	0.47148	1.199	0.23044
skillcat3:tyshlate	-0.76993	0.53875	-1.429	0.15298
skillcat2:tyshnight	1.32599	0.50713	2.615	0.00893 **
skillcat3:tyshnight	0.58784	0.48860	1.203	0.22894



Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
(Intr) rnstf2 rnstf3 skllc2 skllc3 tyshlt tyshng skllct2:tyshl skllct3:tyshl skllct2:tyshn
rnstaffing2 -0.472
rnstaffing3 -0.418 0.579
skillcat2 -0.403 0.024 0.023
skillcat3 -0.494 0.115 0.136 0.319
tyshlate -0.299 -0.092 -0.116 0.261 0.254
tyshnight -0.204 -0.025 -0.164 0.196 0.188 0.191
skllct2:tyshl 0.231 -0.006 -0.013 -0.561 -0.180 -0.636 -0.108
skllct3:tyshl 0.224 -0.049 -0.031 -0.151 -0.468 -0.556 -0.097 0.366
skllct2:tyshn 0.195 -0.026 0.004 -0.528 -0.167 -0.138 -0.778 0.296 0.081
skllct3:tyshn 0.256 -0.091 -0.071 -0.171 -0.534 -0.131 -0.798 0.095 0.253 0.650
```

```
M14.8 <- glmer(pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing*tysh + hcastaffing*tysh + (1 | unit), data=data2, family="binomial", control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

```
summary(M14.8)
```

```
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']
```

```
Family: binomial (logit)
```

```
Formula: pneu ~ rnstaffing + hcastaffing + tysh + rnstaffing * tysh + hcastaffing * tysh + (1 | unit)
```

```
Data: data2
```

```
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

```
AIC   BIC   logLik deviance df.resid
1554.7 1652.3 -761.3 1522.7 3279
```

Scaled residuals:

```
Min 1Q Median 3Q Max
-0.6516 -0.2626 -0.2186 -0.1807 6.2689
```

Random effects:

```
Groups Name Variance Std.Dev.
unit (Intercept) 0.605 0.7778
```

```
Number of obs: 3295, groups: unit, 215
```

Fixed effects:

```
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -3.07813 0.21722 -14.171 <2e-16 ***
rnstaffing2 0.37761 0.23828 1.585 0.1130
rnstaffing3 0.34866 0.30995 1.125 0.2606
hcastaffing2 -0.40141 0.27205 -1.476 0.1401
hcastaffing3 -0.03534 0.25704 -0.138 0.8906
tyshlate -0.19108 0.50193 -0.381 0.7034
tyshnight 0.40768 0.44473 0.917 0.3593
rnstaffing2:tyshlate 0.02355 0.55146 0.043 0.9659
rnstaffing3:tyshlate 0.26381 0.61769 0.427 0.6693
rnstaffing2:tyshnight -0.91191 0.54706 -1.667 0.0955
rnstaffing3:tyshnight -0.24623 0.54787 -0.449 0.6531
hcastaffing2:tyshlate 0.01462 0.52724 0.028 0.9779
hcastaffing3:tyshlate -0.38190 0.50929 -0.750 0.4533
hcastaffing2:tyshnight -0.15926 0.62258 -0.256 0.7981
hcastaffing3:tyshnight 0.05770 0.56966 0.101 0.9193
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



CAPITOLO 4

Analisi Flussi Schede di Dimissione Ospedaliera e Correlazioni tra Mortalità e skill mix del personale di assistenza

4.1 INTRODUZIONE AL FLUSSO DELLE SCHEDE DI DIMISSIONE OSPEDALIERA

La Scheda di Dimissione Ospedaliera, istituita nel 1991, è per il contesto italiano lo strumento di raccolta delle informazioni relative a tutti gli episodi di ricovero erogati nelle strutture ospedaliere pubbliche e private presenti su tutto il territorio nazionale.

La compilazione della SDO persegue la finalità di descrivere, classificare e valorizzare economicamente un ricovero ospedaliero attraverso la documentazione degli elementi quali caratteristiche anagrafiche del paziente (fra cui età, sesso, residenza, livello di istruzione), caratteristiche del ricovero (ad esempio istituto e disciplina dimissione, regime di ricovero, modalità di dimissione, data prenotazione, classe priorità del ricovero) e caratteristiche cliniche (ad esempio diagnosi principale, diagnosi concomitanti, procedure diagnostiche o terapeutiche) (Decreto del Ministro della Sanità del 15 aprile 1994).

Il sistema di remunerazione economica dell'attività svolta durante un ricovero ospedaliero è basato sul modello dei Diagnoses Related Groups (DRG) derivati dalla compilazione della SDO; a fianco della diagnosi medica che rappresenta la condizione principale e prevalente su cui basare la rendicontazione, mancano attualmente elementi che descrivano il quadro assistenziale del paziente, l'intensità dell'assistenza erogata e quindi, le risorse umane e materiali impiegate.

Il sistema DRG ha subito negli anni diverse evoluzioni di seguito tracciate:

- **VERSIONE 24.0**

La versione 24.0 dei Medicare DRG è utilizzata dal 1 gennaio 2009 per la specificazione dell'unità di remunerazione dell'assistenza ospedaliera per acuti erogata dagli ospedali pubblici e privati accreditati con il SSN. Tale versione prevede 538 gruppi validi, numerati da 1 a 579. Di questi, il 43.74% sono di tipo chirurgico.

- **VERSIONE 19.0**

La versione 19.0 dei Medicare DRG è stata utilizzata dal 1 gennaio 2006 al 31 dicembre 2008. Tale versione prevede 506 gruppi validi, numerati da 1 a 523. Di questi, il 45.85% sono di tipo chirurgico.

- **VERSIONE 10.0**



La versione 10.0 dei Medicare DRG è stata utilizzata dal 1 gennaio 1995 al 31 dicembre. Tale versione prevede 489 gruppi validi, numerati da 1 a 492. Di questi, il 44.17% sono di tipo chirurgico.

Mediante l'utilizzo di poche variabili specifiche del paziente: età, sesso, tipo di dimissione, diagnosi principale, diagnosi secondarie, procedure/interventi chirurgici compilate da parte del medico responsabile della dimissione, della scheda di dimissione ospedaliera (SDO) presente in tutte le cartelle cliniche dei dimessi dalla struttura ospedaliera vengono inserite tali informazioni in un tracciato informatizzato che viene sistematicamente inviato alla Regione di appartenenza e conseguentemente al Ministero della Salute.

Il sistema dei DRG si basa fondamentalmente su un sistema di diagnosi (ed eventuali procedure associate), omogenee per assorbimento di risorse. Essi sono contraddistinti da un numero a tre cifre ricompreso da 001 a 579 per un totale di 538 DRG nella attuale versione in uso in Italia dal 01.01.2009 (versione 24.0). I Drg non sono in totale 579 in quanto nell'evoluzione da una versione all'altra alcuni DRG sono stati eliminati ed il numero corrispondente non è stato più utilizzato. A loro volta i DRG sono raggruppati in MDC (Major Diagnostic Category - categorie diagnostiche maggiori) in numero di 25 individuate e suddivise con un criterio clinico-anatomico. Ognuno dei 538 DRG è ricompreso nella sua MDC (ad esempio, i DRG da 001 a 035 che caratterizzano patologie e interventi riguardanti il sistema nervoso sono ricompresi nella MDC 1).

Le diagnosi e le procedure/interventi chirurgici sono codificati attraverso il sistema ICD9-CM versione 2007 (traduzione italiana) che consta di 12.432 codici di diagnosi e 3.733 codici di procedure/interventi chirurgici per un totale di 16.165 codici. Ciascuna diagnosi è esplicitata generalmente da codici di diagnosi alfanumerici del tipo xx.xx (esempio: codice di "radiografia del torace di routine" = 87.44) mentre i codici di procedura/intervento chirurgico da codici alfanumerici del tipo xxx.xx (esempio: codice di "frattura chiusa di una costa" = 807.01).

4.2 ANALISI DEI FLUSSI DELLE SCHEDE DI DIMISSIONE OSPEDALIERA – RN4CAST@IT

Lo studio multicentrico RN4CAST ha consentito la rilevazioni di dati a livello di paziente, infermieri e organizzativo. Il livello organizzativo presupponeva la raccolta di informazioni relative alle caratteristiche strutturali delle aziende partecipanti e alle dimensioni organizzative e qualitative delle strutture stesse.



Di tutte le regioni partecipanti allo studio, la Regione Liguria e la Regione Emilia Romagna hanno fornito il tracciato SDO relativo al periodo indice indicato di tutte le aziende reclutate.

Tali tracciati sono stati analizzati secondo i manuali e le linee guida di ciascuna regione e sono stati comparati per riscontrarne elementi di sovrapposizione e di disomogeneità.

COMPARAZIONE TRACCIATI LIGURIA ED EMILIA ROMAGNA

Liguria		C_ISTOSP	C_SESSO	ETA	C_TIPRIC	C_REGRIC	T_ING	T_DIM	GGDEG	GGDHOSP	C_MODDIM	C_TPPROV	C_TPRIC	C_MOTDH	C_DISDIM	PRGDIM	C_CATDIA	D_CATDIA	C_DIA_PRC	C_DIA_CIC	C_INT_PRC	C_INT_AIC	C_DRGR	C_MDCR	C_TPDGR	C_LIVIST
Emilia Romagna	COD_REG	COD_IST	SESSO	ETA	TIP_ATT	REG_RIC	DATA_RIC	DATA_DIM	GGDEG		MOD_DIM	PROVE	TIPO_RIC	MOT_DH	DISC	REP	CAT_ICD		DPR	DSEC1	INTPR	INTS1	DRG	MDC	TIPO_DRG	LIV_IS

Dalla comparazione sopra rappresentata si evidenzia come i tracciati siano risultati sovrapponibili per la maggioranza delle variabili indagate; per le variabili non riportate in uno dei due flussi, il codice regionale è stato aggiunto alla regione Liguria, mentre le giornate di DH sono state eliminate così come la descrizione delle categorie diagnostiche in quanto non necessarie ai fini delle analisi di correlazioni tra la mortalità e lo skill-mix del personale di assistenza.

Il flusso a questo punto ricondotto ad un'unica struttura uniforme, è stato analizzato nelle singole variabili e decodificato con descrizione relativa al singolo item in analisi come segue:

C_ISTOSP	<i>codice struttura</i>
C_ISTOSP	Codice ISTAT
1	070001
25	070025
39	070039
58	070058
211	070211
212	070212
301	070301
901	070901
C_SESSO	<i>M/F</i>
ETA	<i>anni di età</i>
C_TIPRIC	<i>tipologia di attività</i>



1	Adulti
2	DH
3	Riabilitazione
4	Lungodegenza
5	Riabilitazione in DH
6	Day surgery
C_REGRIC	<i>regime di ricovero</i>
1	Ordinario
2	DH
S	Cure sub acute
T_ING	<i>data ricovero</i>
T_DIM	<i>data dimissione</i>
GGDEG	<i>gg deg ric ordinari</i>
GGDHOSP	<i>gg deg ric diurni</i>
C_MODDIM	<i>modalità di dimissione</i>
1	ordinaria al domicilio del paziente
2	volontaria (su decisione del paziente; in Day Hospital corrisponde al caso di paziente che non si ripresenta per la prosecuzione del ciclo programmato)
3	trasferimento ad un altro istituto di ricovero e cura, pubblico o privato per acuti (in caso di trasferimento diretto, disposto dall'ospedale)
4	deceduto
5	dimissione ordinaria presso una residenza sanitaria assistenziale (RSA)
6	dimissione al domicilio del paziente con attivazione di ospedalizzazione domiciliare
7	trasferito ad altro regime o tipologia di ricovero (day hospital - ricovero ordinario - riabilitazione o lungodegenza, all'interno dello stesso Istituto)



8	trasferimento ad un altro istituto pubblico o privato, non per acuti, per proseguimento di cure (Riabilitazione, Lungodegenza, Sub-Acute);
9	dimissione ordinaria con attivazione di assistenza domiciliare integrata
C_TPPROV	<i>provenienza</i>
1	assistito inviato da Medico di Medicina Generale o Pediatra di Libera Scelta e medici addetti al Servizio di Continuità Assistenziale
2	assistito inviato da Specialisti dipendenti del SSN, Specialisti convenzionati interni (ex SUMAI) o Specialisti dipendenti di strutture private accreditate e a contratto (incluso prestazioni erogate con pacchetti MAC)
3	accesso diretto, assistito che accede alla struttura senza prescrizione medica (include gli accessi al PS senza chiamata 118, ovvero le attività con tipo prestazione P)
4	altro. Tutto quanto non ricada nelle categorie codificate, da compilarsi per la registrazione di prestazioni richieste, ad esempio da Società sportive per gli accertamenti del possesso dei requisiti di idoneità alla pratica sportiva; ATS per prestazioni che rientrano nel percorso del programma di screening e quanto altro riconducibile a tali situazioni (es prestazione 39.95.A - emodialisi extracorporea in costanza di ricovero, effettuata nel corso di una degenza maggiore di quattro giorni)
5	prescrizioni di Medici operanti presso le RSA/RSD
6	prescrizioni di Medici impegnati nell'assistenza sanitaria all'interno degli Istituti Penitenziari
7	prescrizioni provenienti da altre Regioni
8	accesso in Pronto Soccorso a seguito di chiamata al numero 118
C	paziente proveniente da carcere
N	ricovero al momento della nascita
O	proveniente da OBI
R	paziente proveniente da struttura residenziale territoriale (RSA, hospice...)
9	altro
C_TPRIC	<i>tipo di ricovero</i>
1	ricovero programmato non urgente



	2	ricovero urgente
	3	T.S.O.
	4	ricovero programmato con preospedalizzazione (riportare nella SDO, al di fuori della posizione dell'intervento principale, le eventuali procedure eseguite in data precedente all'ammissione, durante la preospedalizzazione)
	5	parto non urgente
C_MOTDH		<i>motivo del DH</i>
1		day hospital diagnostico (compreso il follow up)
2		day hospital chirurgico (day surgery)
3		day hospital terapeutico
4		day hospital riabilitativo
S		S = Day Surgery senza pernottamento (effettuato ai sensi delle delibere regionali vigenti)
O		O = One Day Surgery (Day Surgery con pernottamento effettuato ai sensi delle delibere regionali vigenti)
C_DISDIM		<i>reparto di dimissione</i>
	2	Day hospital (b)
	7	Cardiochirurgia
	8	Cardiologia (a)
	9	Chirurgia generale
	10	Chirurgia maxillo facciale
	12	Chirurgia plastica
	13	Chirurgia toracica
	14	Chirurgia vascolare
	18	Ematologia
	19	Malattie endocrine,del ricambio e della nutrizione
	21	Geriatria



24	Malattie infettive e tropicali
26	Medicina generale
28	Unità spinale
29	Nefrologia
30	Neurochirurgia
31	Nido
32	Neurologia (d)
34	Oculistica
35	Odontoiatria e stomatologia
36	Ortopedia e traumatologia
37	Ostetricia e ginecologia
38	Otorinolaringoiatria
39	Pediatria (e)
40	Psichiatria (f)
43	Urologia
47	Grandi ustioni
48	Nefrologia (abilitazione trapianto rene)
49	Terapia intensiva (i)
50	Unità coronarica (l)
51	Astanteria
52	Dermatologia
56	Recupero e riabilitazione funzionale (g)
57	Fisiopatologia della riproduzione umana
58	Gastroenterologia
60	Lungodegenti
61	Medicina nucleare



62	Neonatologia
64	Oncologia
67	Pensionanti
68	Pneumologia
69	Radiologia
70	Radioterapia
71	Reumatologia
73	Terapia intensiva neonatale
75	Neuro-riabilitazione
97	Detenuti
98	Day surgery (b)
PRGDIM	reparto di dimissione
C_CATDIA	<i>categoria ICD</i>
<i>Vedasi tabella codici ICD9</i>	
D_CATDIA	<i>descrizione categoria ICD</i>
C_DIAPRC	<i>diagnosi principale</i>
<i>Vedasi tabella codici ICD9</i>	
C_DIAC1C	<i>diagnosi secondaria 1</i>
<i>Vedasi tabella codici ICD9*</i>	
C_INTPRC	<i>intervento principale</i>
primi otto caratteri data (ggmmaaaa) esecuzione intervento, a seguire 4 caratteri classificazione ICD-9-CM	
C_INTA1C	<i>intervento secondario 1</i>
primi otto caratteri data (ggmmaaaa) esecuzione intervento, a seguire 4 caratteri classificazione ICD-9-CM	
C_DRGR	<i>Diagnoses Related Group</i>



Vedasi elenco DRG

C_MDCR	Major diagnostic category
0	Pre MDC
1	Malattie e disturbi del sistema nervoso
2	Malattie e disturbi dell'occhio
3	Malattie e disturbi dell'orecchio, del naso, della bocca e della gola
4	Malattie e disturbi dell'apparato respiratorio
5	Malattie e disturbi dell'apparato cardiocircolatorio
6	Malattie e disturbi dell'apparato digerente
7	Malattie e disturbi epatobiliari e del pancreas
8	Malattie e disturbi del sistema muscolo-scheletrico e del tessuto connettivo
9	Malattie e disturbi della pelle, del tessuto sottocutaneo e della mammella
10	Malattie e disturbi endocrini, nutrizionali e metabolici
11	Malattie e disturbi del rene e delle vie urinarie
12	Malattie e disturbi dell'apparato riproduttivo maschile
13	Malattie e disturbi dell'apparato riproduttivo femminile
14	Gravidanza, parto e puerperio
15	Malattie e disturbi del periodo neonatale
16	Malattie e disturbi del sangue, degli organi emopoietici e del sistema immunitario
17	Malattie e disturbi mieloproliferativi e neoplasie scarsamente differenziate
18	Malattie infettive e parassitarie (sistemiche o di sedi non specificate)
19	Malattie e disturbi mentali
20	Abuso di alcol / droghe e disturbi mentali organici indotti
21	Traumatismi, avvelenamenti ed effetti tossici dei farmaci
22	Ustioni



23	Fattori che influenzano lo stato di salute ed il ricorso ai servizi sanitari
24	Traumatismi multipli rilevanti
25	Infezioni da H.I.V.
	MDC Category Missing
C_TPDRGR	<i>Tipo DRG</i>
C	chirurgico
M	medico
N	Non valido
C_LIVIST	<i>Livello di istruzione</i>
0	Nessun titolo
1	Licenza elementare
2	Diploma di Scuola media inferiore
3	Diploma di scuola media superiore
4	Diploma universitario o Laurea breve
5	Laurea o superiore
9	Non dichiarato

4.3 ANALISI DELLA RELAZIONE TRA SKILL-MIX E DECESSI OSPEDALIERI

Di seguito i passaggi seguiti per l'analisi delle correlazioni tra mortalità e skill mix.

Dataset SDO: sono stati considerati solo gli ospedali di interesse (cod_ist in 1,25,39,58,211,212,301,901) ed associati a questi ospedali i corrispondenti codici ISTAT.

Di seguito la tabella che sintetizza il numero di ricoveri da SDO degli istituti di interesse

COD_IST (file SDO)	70001	70025	70039	70058	70211	70212	70301	70901	Total
1	27,227	0	0	0	0	0	0	0	27,227
25	0	24,246	0	0	0	0	0	0	24,246



39	0	0	0	0	0	0	17,511	0	17,511
58	0	0	27,012	0	0	0	0	0	27,012
211	0	0	0	0	0	0	0	26,910	26,910
212	0	0	0	0	26,951	0	0	0	26,951
301	0	0	0	26,588	0	0	0	0	26,588
901	0	0	0	0	0	58,562	0	0	58,562
Total	27,227	24,246	27,012	26,588	26,951	58,562	17,511	26,910	235,007

Il numero di record finale per il file SDO così modificato è pari a 235.007

Sono state create le classi di età tramite i quartili, ottenendo questa distribuzione:

Classi di età	N	%	%cum
0-43	59,838	25.46	25.46
44-65	59,599	25.36	50.82
66-78	60,563	25.77	76.59
79-114	55,004	23.41	100
Total	235,004	100	

Per quanto riguarda il dataset Infermieri sono stati considerati gli stessi ospedali di cui sopra. A ciascuno è stato associato il valore medio di skill-mix dichiarato nelle interviste.

Di seguito la tabella che sintetizza il numero delle interviste per ogni istituto di interesse.

codice ospedale	70001	70025	70039	70058	70211	70212	70301	70901	Total
EO Ospedali Galliera	0	124	0	0	0	0	0	0	124
11	0	0	0	0	0	0	0	102	102
Ospedale Santa Corona	0	0	0	0	47	0	0	0	47
Ospedale San Paolo Sa	0	0	0	0	0	63	0	0	63
ASL 5 Ospedale San Ba	0	0	0	56	0	0	0	0	56



ASL 3 Genovese Villa	0	0	0	0	0	0	97	0	97
ASL 4 Chiavarese Rapa	0	0	97	0	0	0	0	0	97
ASL 1 Imperiese - Imp	65	0	0	0	0	0	0	0	65
Total	65	124	97	56	47	63	97	102	651

Successivamente è stato collegato il file SDO con quello degli infermieri per attribuire ad ogni ospedale presente nel file SDO il valore medio di skill-mix dichiarato nelle interviste. Di seguito la distribuzione degli ospedali e loro corrispondente skill-mix medio.

Ho scelto di caratterizzare gli ospedali con il valore medio di skill mix perchè più discriminate rispetto al valore mediano, come ti mostro nella sintesi di seguito (10 valori del campo c_9 sono mancanti da cui il totale delle interviste utilizzabili è pari a 641 e non 651):

codiceistat	N	mean	sd	p50	min	max
70001	65	0.5481258	0.1954177	0.5	0.1666667	1
70025	118	0.585113	0.2245839	0.5	0.2	1
70039	96	0.5692148	0.2076523	0.5	0.1666667	1
70058	55	0.5508875	0.2338605	0.5	0.1428571	1
70211	47	0.5930269	0.2133138	0.5	0.3333333	1
70212	63	0.6010267	0.203822	0.6	0.25	1
70301	95	0.6160526	0.2357233	0.5	0.2	1
70901	102	0.5461586	0.165625	0.5	0.25	1
Total	641	0.5765758	0.2108502	0.5	0.1428571	1

Gli ospedali di interesse sono stati invece caratterizzati con il valore mediano di HCA e di staffing. Di seguito la tabella dei valori:

codiceistat	n_inf_answ	skillmix_mean	staffing_p50	hca_p50
70001	65	0.55	7.7	9
70025	118	0.59	8.5	6.5
70039	96	0.57	9	9.8



70058	55	0.55	10	8.7
70211	47	0.59	9.3	9.7
70212	63	0.6	10	11.7
70301	95	0.62	8.5	9.8
70901	102	0.55	9	9.4

E' stata considerata la variabile outcome data dal numero di decessi avvenuti in ospedale (mod_dim=4). Il numero di decessi per ospedale è riassunto di seguito. Abbiamo un totale di 1454 decessi.

	death		
codiceista	0	1	Total
70001	27,159	68	27,227
70025	23,962	284	24,246
70039	27,001	11	27,012
70058	26,424	164	26,588
70211	26,944	7	26,951
70212	57,724	838	58,562
70301	17,437	74	17,511
70901	26,902	8	26,910
Total	233,553	1,454	235,007

Sono stati considerati tutti i decessi e non quelli a 30 gg dal ricovero come fatto da Aiken et al., 2017 (riferimento per le analisi internazionali di riferimento per RN4CAST) perchè la distribuzione del tempo alla dimissione è la seguente, dove la metà dei decessi avviene entro 3 giorni (p50 ossia mediana):

death	N	mean	sd	p25	p50	p75	min	max
0	233553	21.21926	53.22298	2	5	14	0	562
1	1454	9.90784	26.1632	1	3	12	0	357



Total	235007	21.14927	53.10535	2	5	14	0	562
-------	--------	----------	----------	---	---	----	---	-----

L'inserimento di staffing non risulta significativo per il modello in analisi.

Ho applicato un modello binomiale negativo per ottenere un fit migliore.

La colonna da interpretare ai fini della comparazione con gli OR definiti dalla letteratura internazionale è quella di IRR.

death	IRR	Std.Err	z	P>z	95% Low	95% Up
eta_4						
44-65	1.027468	0.2818003	0.1	0.921	0.6002223	1.758833
66-78	0.8319849	0.1914292	-0.8	0.424	0.5299865	1.306069
79-114	1.615908	0.4734852	1.64	0.101	0.9099168	2.869666
male	0.9618166	0.1715122	-0.22	0.827	0.6781177	1.364204
reg_ric	0.6846987	0.2303959	-1.13	0.26	0.3540598	1.324105
chirurgico	0.3334505	0.0751596	-4.87	0	0.2143734	0.5186709
urgente	6.0046	1.313116	8.2	0	3.911462	9.217838
Skill <0.56 as ref						
0.56-0.60	0.8004321	0.2359373	-0.76	0.45	0.4491819	1.426352
>0.60	0.7351325	0.2525859	-0.9	0.37	0.3748861	1.441558
_cons	0.0004532	0.000225	-15.51	0	0.0001713	0.0011989
ln(los)	1	(exposure)				

L'interpretazione per le variabili di skill-mix è la seguente: all'aumentare dello skill mix il rischio di decesso si abbassa, anche se in maniera non significativa. In particolare passando da strutture con skill-mix <0.56 a quelle con skill-mix 0.56-0-60 il rischio di decesso si riduce del 20%. Passando da strutture con skill-mix <0.56 a quelle con skill-mix >0-60 il rischio di decesso si riduce del 26%. Questo risultato si ottiene aggiustando contemporaneamente per classe di età, sesso, regime di



ricovero (DH o ordinario), tipo di ricovero (chirurgico o medico), e tipologia di urgenza (urgente o programmato).

Se prendiamo in considerazione solo quelle strutture che hanno i valori estremi di skill-mix, ossia le strutture con $\text{skill-mix} \leq 0.55$ e quelle con $\text{skill-mix} \geq 0.62$, si considera un totale di circa 98mila ricoveri che vedono 105 decessi così distribuiti:

Skillmix	N	gg_deg	somma gg_deg	death	Tasso decesso x 10.000	ll	ul
≤ 0.55	80725	7.2	574234	240	4.2	3.7	4.7
≥ 0.62	17511	7.6	131975	74	5.6	4.4	7.0
Total	98236	7.3	706209	314	4.4		

Nella tabella sopra riportata sono rappresentati i due gruppi di strutture considerate e differenti per skill-mix, in cui si verificano 314 decessi. I numeri assoluti indicano 240 decessi nel primo gruppo ($\text{skillmix} \leq 0.55$) contro i 74 del secondo gruppo. Considerando i giorni di degenza di tutti i soggetti ricoverati in queste strutture, ossia il tempo in cui la popolazione ospedaliera è a rischio di decesso (somma gg_deg) è possibile calcolare un tasso di decesso x 10.000 giorni-persona da interpretare come segue: nel primo gruppo di istituti abbiamo 4.2 decessi ogni 10.000 giorni-persona contro i 5.6 del secondo gruppo. La differenza non risulta significativa come indicato dalla sovrapposizione degli intervalli di confidenza dei due tassi.

Se applichiamo lo stesso modello di regressione di cui sopra a queste categorie di istituti in modo da tener conto anche delle altre variabili che potrebbero avere influenza sulla relazione skill-mix outcome, otteniamo i seguenti risultati:

death	IRR	Std.Err	z	P>z	95% Low	95% Up
eta_4						
44-65	0.7529264	0.2063183	-1.04	0.3	0.4400527	1.288251
66-78	0.8841718	0.2249708	-0.48	0.629	0.5369761	1.455856
79-114	1.670645	0.458778	1.87	0.062	0.9752922	2.861764
male	1.138461	0.1894736	0.78	0.436	0.8215859	1.577551



reg_ric	0.7577376	0.2529205	-0.83	0.406	0.3939142	1.457592
chirurgico	1.201484	0.1974925	1.12	0.264	0.8705684	1.658186
urgente	4.191052	0.7455974	8.05	0	2.957279	5.939552
<0.55	riferimento					
>0.62	1.164002	0.2229234	0.79	0.428	0.7997169	1.694226

Anche qui, seppur non significativo, l'incremento di skill-mix indica un incremento di decessi del 16%.

Se prendiamo in considerazione i ricoveri che hanno avuto una degenza superiore a 6 giorni allora notiamo l'effetto dello skill-mix sulla mortalità. Considerando solo questi ricoveri otteniamo una distribuzione degli istituti in due gruppi: quelli che hanno un valore medio di skill-mix pari a 0.59 e quelli con valore medio pari a 0.61. I decessi si distribuiscono come segue tra i due gruppi di istituti.

Skillmix medio	N death
0.59	741
0.61	45
Total	786

Se applichiamo lo stesso modello di regressione di cui sopra a queste categorie di istituti in modo da tener conto anche delle altre variabili che potrebbero avere influenza sulla relazione skill-mix outcome, otteniamo i seguenti risultati:

death	IRR	Std.Err	z	P>z	95% Low	95% Up
eta_4						
44-65	0.9938549	0.2700305	-0.02	0.982	0.5835143	1.692757
66-78	0.8722138	0.2206811	-0.54	0.589	0.5312002	1.432147
79-114	1.736231	0.4344133	2.21	0.027	1.063244	2.835191



male	0.9575524	0.1506437	-0.28	0.783	0.7034774	1.303392
reg_ric	0.2152737	0.0846233	-3.91	0	0.0996292	0.4651524
chirurgico	0.8799238	0.1562748	-0.72	0.471	0.6212571	1.246289
urgente	2.16324	0.40441	4.13	0	1.4996	3.120569
0.55-0.59	riferimento					
0.60-0.62	0.3377338	0.1217143	-3.01	0.003	0.1666534	0.6844393

Quindi nei ricoveri con degenza superiore a 6 giorni l'incremento di skill mix determina una riduzione significativa della mortalità.



CAPITOLO 5

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Ai fini dell'interpretazione dei risultati dei modelli proposti, di seguito si riporta l'operazionalizzazione delle principali variabili indipendenti indagate.

Le variabili di outcomes sono state invece misurate e analizzate secondo le indicazioni dei singoli strumenti utilizzati per la rilevazione dei dati, così come indicato negli studi di validazione (Es. Maslach Burnout Inventory).

Le categorie di staffing sono state così definite:

Categoria 1: numero di pazienti per infermiere tra ≥ 0 e < 7.33

Categoria 2: numero di pazienti per infermiere ≥ 7.33 e < 10.2

Categoria 3: : numero di pazienti per infermiere ≥ 10.2]

La distribuzione delle osservazioni nelle tre categorie è la seguente:

Categoria 1: 1084

Categoria 2: 1204

Categoria 3: 1007

Per gli HCA staffing le categorie sono state così definite sulla base della distribuzione:

Categoria1: numero di pazienti per HCA tra ≥ 0 e ≤ 6

Categoria 2: numero di pazienti per HCA tra > 6 e ≤ 11.5

Categoria 3: numero di pazienti per HCA > 11.5

Misure statistiche principali della distribuzione di HCA staffing:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	NA's
0.05405	0.40000	0.50000	0.56100	0.66667	1.00000	1

Le categorie di skill mix invece, sono state rappresentate come segue:

Categoria 1: percentuale di RN sul totale di nursing staff tra ≥ 0 e ≤ 0.44

Categoria 2: percentuale di RN sul totale di nursing staff tra > 0.44 e ≤ 0.6

Categoria 3: percentuale di RN sul totale di nursing staff > 0.6

Valori della distribuzione in terzili della variabile skill mix:

33%	66%	100%
0.4444444	0.6000000	1.0000000

Eta1: 24-38

Eta2: 39-45

Eta3: 46-65

Di seguito si presenta un riassunto delle relazioni riscontrate per ciascun outcome e per le associazioni statisticamente significative, del relativo Odds Ratio.

Per il secondo livello di analisi sono commentate soltanto le relazioni statisticamente significative (Confidence Interval - CI 95%); la differenza statisticamente significativa rispetto all'unità si ha se l'intervallo di confidenza



dell'OR non contiene il valore unitario e quindi l'intervallo compreso tra low 95% e high 95% non comprende il valore 1.



INTENTION TO LEAVE

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni tra staffing, skill mix e **intention to leave**, considerando come variabili dipendenti le tre categorie dell'RN staffing, le tre categorie di HCA staffing, i tre turni, le interazioni tra RN staffing e i turni e le

interazioni tra HCA staffing e i turni, soltanto le relazioni tra **RN staffing** e l'outcome sono statisticamente significative. Quindi ad un numero più elevato di pazienti per infermiere è statisticamente associata una maggiore probabilità di verificarsi dell'intention to leave. Nessuna relazione significativa è stata riscontrata con le variabili di skill mix.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HCA staffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **RNstaff2** e di **RNstaff3** ha un rischio di dichiarare la sua **Intention to Leave del 20% e del 50%**, rispettivamente, superiore a chi si trova in situazioni di RNstaff1.

A parità di tutte le altre condizioni gli uomini dichiarano un **ITL del 30% superiore** rispetto alle donne.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.1 e nel Grafico 4.1 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile indipendente e i relativi IC.

INTENTION TO LEAVE	OR	low 95%	high 95%
eta2	1.0	0.9	1.2
eta3	1.1	0.9	1.3
male	1.3	1.1	1.5
lateshift	1.0	0.8	1.2
earlyshift	0.9	0.7	1.1
staff2	1.2	1.0	1.5
staff3	1.5	1.3	1.9
hcastaff2	1.1	0.9	1.3
hcastaff3	1.0	0.8	1.2
skill2	1.1	0.9	1.4
skill3	1.2	0.9	1.4

Tabella 4.1. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Intention To Leave

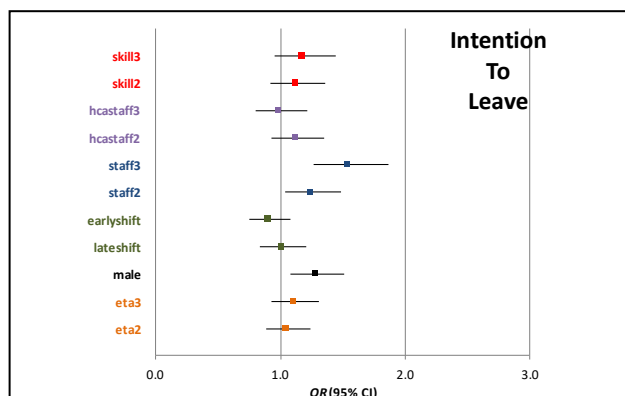


Grafico 4.1. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Intention To Leave



SAFETY – POOR SAFETY

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni tra staffing, skill mix e **safety**, è risultata statisticamente significativa la relazione tra l'aumento del numero di pazienti per **RN staffing** e l'aumento della probabilità di verificarsi di condizioni di **scarsa sicurezza** percepite dal personale infermieristico.

Non sono state riscontrate associazioni significative tra skill mix e safety.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HC staffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **RNstaff2** e di **RNstaff3** ha un rischio di dichiarare una condizione di **scarsa sicurezza** del **30% e del 50%**, rispettivamente, inferiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**.

A parità di tutte le altre condizioni gli **uomini** hanno un rischio di dichiarare una condizione di **scarsa sicurezza** del **20% inferiore** rispetto alle **donne**.

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)** hanno un rischio di dichiarare una condizione di **scarsa sicurezza** maggiore del **40%** rispetto agli intervistati di età **24-38 (primo percentile)**.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.2 e nel Grafico 4.2 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile indipendente e i relativi CI

SAFETY	OR	low 95%	high 95%
eta2	1.2	1.0	1.4
eta3	1.4	1.2	1.8
Male	0.8	0.7	1.0
Lateshift	0.9	0.7	1.1
Earlyshift	1.1	0.9	1.3
staff2	0.7	0.6	0.9
staff3	0.5	0.4	0.7
hcastaff2	1.1	0.9	1.3
hcastaff3	1.1	0.9	1.4
skill2	1.0	0.8	1.3
skill3	0.9	0.7	1.1

Tabella 4.2. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Poor Safety

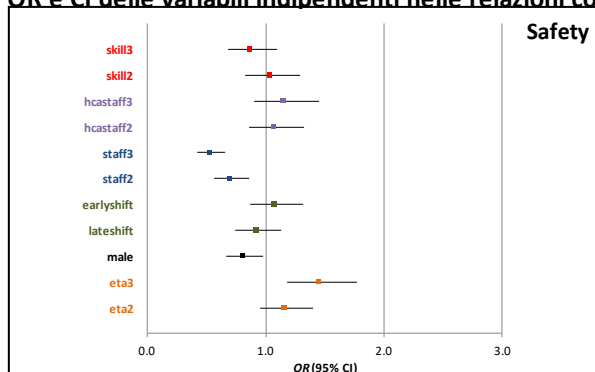


Grafico 4.2. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Poor Safety



QUALITY OF CARE

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni tra staffing, skill mix e **quality of care** sono risultate statisticamente significative le associazioni tra un aumento di numero di pazienti per infermiere (**RN staffing**) e la diminuzione della probabilità di verificarsi di condizioni di qualità delle cure percepite dagli infermieri; anche l'aumento del numero di pazienti per HCA (**HCAstaffing**) sembra e l'aumento della probabilità di verificarsi di condizioni di qualità delle cure per infermieri, in particolare durante il turno notturno.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HCAstaffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **RNstaff2** e di **RNstaff3** ha un rischio di dichiarare una condizione di **scadente/discreta qualità di cure infermieristiche del 40% e del 70%**, rispettivamente, superiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**.

A parità di tutte le altre condizioni chi si trova in situazioni di **HCAstaff2** ha un rischio di dichiarare una condizione di **scadente/discreta qualità di cure infermieristiche del 30%** superiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**. La relazione è al limite della significatività statistica e non confermata dalla categoria HCAstaff3.

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)** hanno un rischio di dichiarare una condizione di **scadente/discreta qualità di cure infermieristiche del 20%** inferiore rispetto agli intervistati di età **24-38 (primo percentile)**. La relazione è al limite della significatività statistica e non confermata dalla categoria età secondo percentile.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.3 e nel Grafico 4.3 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile indipendente e i relativi CI.

QUALITY	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.9	0.7	1.0
eta3	0.8	0.7	1.0
male	1.0	0.9	1.2
lateshift	0.9	0.7	1.0
earlyshift	0.8	0.7	1.0
staff2	1.4	1.2	1.6
staff3	1.7	1.4	2.1
hcastaff2	1.3	1.0	1.5
hcastaff3	1.2	1.0	1.5
skill2	0.9	0.8	1.1
skill3	0.9	0.8	1.2

Tabella 4.3. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Quality of Care

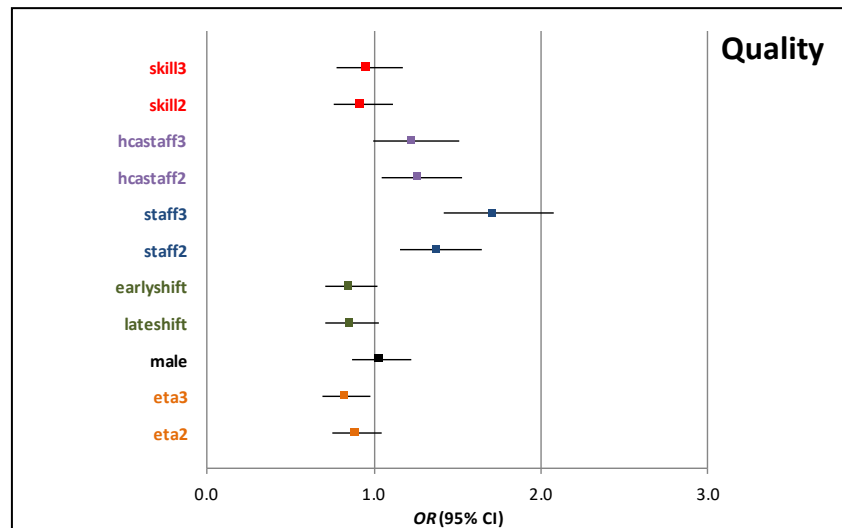


Grafico 4.3. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Quality of care



SATISFACTION

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni tra staffing, skill mix e **satisfaction**, sono presenti relazioni statisticamente significative tra le categorie di **skill mix**, in particolare la categoria **3** che rappresenta la maggior percentuale di infermieri e l'inferiore probabilità di verificarsi di condizioni di **scarsa soddisfazione**; tra l'**RN staffing** e la soddisfazione, all'aumentare del numero di pazienti per RN, aumenta la probabilità di verificarsi di condizioni di **scarsa soddisfazione**.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HCStaffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di RNstaff3 ha un rischio di dichiarare una condizione di insoddisfazione del 60% superiore a chi si trova in situazioni di RNstaff1.

A parità di tutte le altre condizioni gli uomini hanno un rischio di dichiarare una condizione di insoddisfazione del 40% superiore rispetto alle donne.

A parità di tutte le altre condizioni, chi si trova in situazioni di skill-mix2 (secondo percentile) e skill-mix3 (terzo percentile) ha un rischio di dichiarare una condizione di insoddisfazione del 20% e 30% superiore rispetto a chi si trova in situazioni di skill-mix1 (primo percentile).

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.4 e nel Grafico 4.4 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile dipendente e i relativi CI.

SATISFACTION	OR	low 95%	high 95%
eta2	1.1	1.0	1.3
eta3	1.0	0.8	1.2
male	1.4	1.2	1.6
lateshift	1.1	0.9	1.3
earlyshift	0.9	0.7	1.1
staff2	1.1	1.0	1.4
staff3	1.6	1.3	1.9
hcastaff2	1.1	0.9	1.3
hcastaff3	0.9	0.8	1.1
skill2	1.2	1.01	1.5
skill3	1.3	1.02	1.5

Tabella 4.4. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Satisfaction

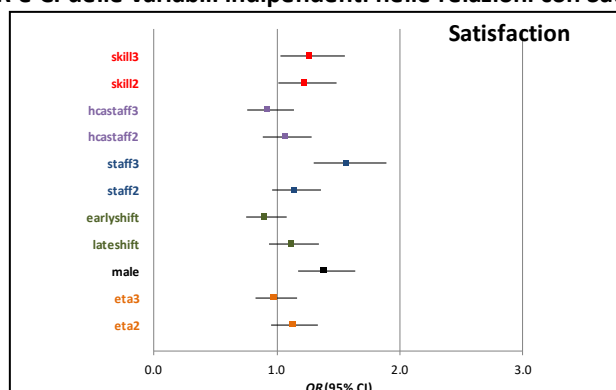


Grafico 4.4. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Satisfaction



BURNOUT

Per quanto riguarda le relazioni tra relazioni tra staffing, skill mix e **BURNOUT** nelle tre dimensioni del Maslach Burnout Inventory:

ESAURIMENTO EMOTIVO (emotional exhaustion)

Considerando l'**RN staffing** e lo skill mix, all'aumentare del numero di pazienti per infermiere, aumenta significativamente la probabilità di verificarsi dell'esaurimento emotivo in particolare quando i livelli di RN staffing sono molto bassi. Nessuna significatività è stata riscontrata con le variabili di skill mix.

REALIZZAZIONE LAVORATIVA (work realization)

Considerando RN staffing, HCA staffing, turni, interazioni tra diverse categorie di RN staffing e turni ed interazioni tra diverse categorie di HCA staffing e turni, sono significative soltanto le relazioni tra l'outcome e **RN staffing categoria 3 e turno notturno, HCA staffing categoria 3 e turno pomeridiano nonché HCA staffing categoria 2 e turno notturno.**

DEPERSONALIZZAZIONE (depersonalization)

Considerando come variabili indipendenti RN staffing, HCA staffing, skill mix categories, interazioni tra skill mix categories, tra RN staffing e turni ed interazioni tra HCA staffing e turni e turni risultano significative le relazioni tra **RN staffing** e depersonalization: all'aumento del numero di pazienti per infermiere aumentano la probabilità di verificarsi della depersonalizzazione.

MISSED CARE

Nessuna associazione statisticamente significativa è stata riscontrata tra le variabili indipendenti in analisi e le **missed care.**



MEDICATION ERRORS

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda l'outcome medication errors, le relazioni tra RN staffing, skill mix, le interazioni tra le categorie di RN staffing e i turni, le interazioni tra HCA staffing e i turni, nessuna relazione è risultata statisticamente significativa.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di età superiore a 45 anni (terzo percentile) hanno un rischio di dichiarare errori di medicazione regolari del 40% inferiore rispetto agli intervistati di età 24-38 (**primo percentile**).

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.5 e nel Grafico 4.5 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile indipendente e i relativi CI.

MEDICATION ERRORS	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.9	0.59	1.26
eta3	0.6	0.39	0.91
Male	1.3	0.92	1.97
lateshift	1.3	0.83	1.94
earlyshift	1.0	0.65	1.54
staff2	1.5	0.98	2.35
staff3	1.5	0.95	2.44
hcastaff2	0.8	0.50	1.26
hcastaff3	1.1	0.70	1.84
skill2	1.2	0.74	1.87
skill3	1.0	0.59	1.60

Tabella 4.5. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Medication Errors

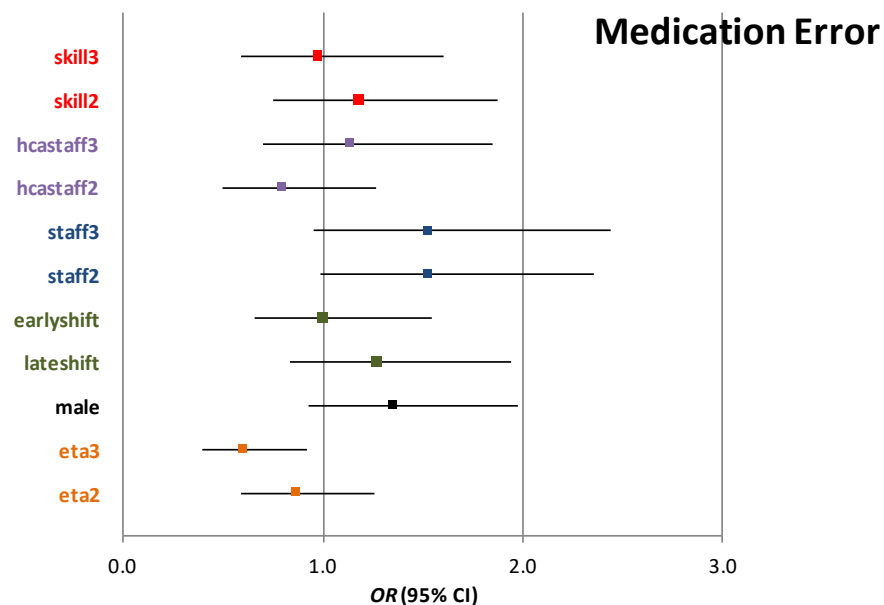


Grafico 4.5. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Medication Errors



PRESSURE ULCERS

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le associazioni tra le variabili indipendenti e l'outcome **pressure ulcers** sono risultate significative soltanto le associazioni con la categoria **RN staffing 3**, quindi il numero di pazienti per infermiere è elevato, si verifica una probabilità statisticamente significativa di verificarsi di maggiori lesioni da pressione, secondo la percezione del personale infermieristico.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HC staffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **di RNstaff3** ha un rischio di dichiarare **regolari ulcere** dell'**80%** superiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)** hanno un rischio di dichiarare **regolari ulcere del 50% inferiore** rispetto agli intervistati di età **24-38 (primo percentile)**.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.6 e nel Grafico 4.6 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile dipendente e i relativi CI.

ULCERS	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.7	0.49	1.02
eta3	0.5	0.31	0.72
male	1.2	0.81	1.69
lateshift	0.9	0.57	1.34
earlyshift	0.9	0.58	1.32
staff2	1.4	0.89	2.11
staff3	1.8	1.13	2.76
hcastaff2	1.2	0.78	1.83
hcastaff3	1.1	0.70	1.86
skill2	0.8	0.50	1.17
skill3	0.7	0.43	1.15

Tabella 4.6. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Pressure Ulcers

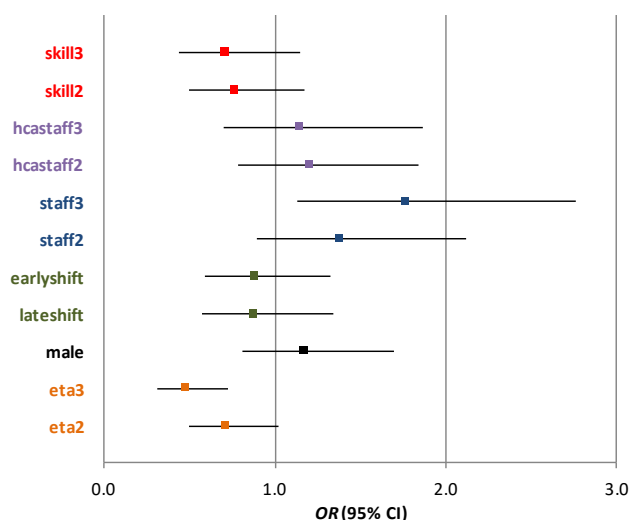


Grafico 4.6. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Pressure Ulcers



FALLS

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Nessuna relazione significativa è stata riscontrata tra le variabili indipendenti RN staffing or HCA staffing e Falls; parimenti per quanto riguarda le variabili inerenti lo skill-mix.

Il sesso e l'età sono invece condizioni risultate influenzare in modo statisticamente significativo l'outcome falls.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di tutte le altre condizioni gli uomini dichiarano **regolari falls il 60% in più** rispetto alle donne

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)) e di età 39-45 (secondo o terzo percentile)** hanno un rischio di dichiarare **regolari falls del 30% e 50%**, rispettivamente, inferiore rispetto agli intervistati di età **24-38 (primo percentile)**.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.7 e nel Grafico 4.7 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile dipendente e i relativi CI.

FALLS	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.7	0.47	0.98
eta3	0.5	0.32	0.72
male	1.6	1.14	2.28
lateshift	0.9	0.57	1.34
earlyshift	1.1	0.73	1.61
staff2	1.5	0.97	2.21
staff3	1.4	0.90	2.19
hcastaff2	1.1	0.72	1.72
hcastaff3	1.5	0.90	2.35
skill2	0.8	0.50	1.20
skill3	0.7	0.45	1.19

Tabella 4.7. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Falls

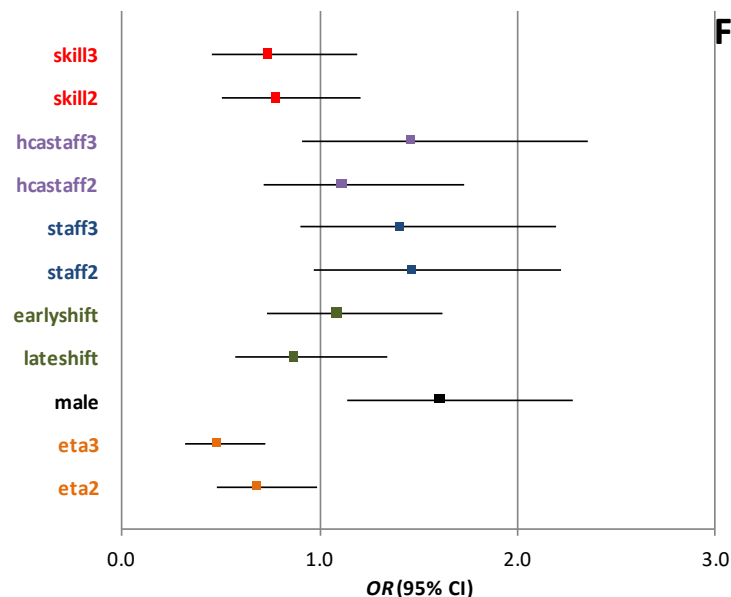




Grafico 4.7. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Falls

HOSPITAL ACQUIRED INFECTIONS

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni con le **hospital acquired infections** è risultata statisticamente significativa l'associazione con RN staffing, all'aumentare del numero di pazienti per infermiere è statisticamente associato l'aumento delle infezioni ospedaliere, l'**RN staffing** più diminuiscono.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HC staffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **di RNstaff3** ha un rischio di dichiarare **HospAcqInf regolari del 50%** superiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**.

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)** e di **età 39-45 (secondo terzile)** hanno un rischio di dichiarare **HospAcqInf regolari del 30% e 50%, rispettivamente**, inferiore rispetto agli intervistati di **età 24-38 (primo percentile)**. A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati dei **turni serale (late)** hanno un rischio di dichiarare **Hospital Acquired Infections regolari del 30%** inferiore rispetto agli intervistati del turno notturno. **(Al limite della significatività)**.

I dati commentati sono presentati in Tabella 4.7 e nel Grafico 4.7 sono rappresentati i valori per ciascuna variabile dipendente e i relativi CI.

Hospital Infections	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.7	0.50	0.84
eta3	0.5	0.35	0.61
male	1.3	1.00	1.68
lateshift	0.7	0.53	0.97
earlyshift	0.8	0.57	1.00
staff2	1.3	0.97	1.72
staff3	1.5	1.09	2.01
hcastaff2	1.1	0.79	1.44
hcastaff3	1.2	0.85	1.64
skill2	0.9	0.68	1.25
skill3	1.1	0.77	1.50

Tabella 4.7. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Falls

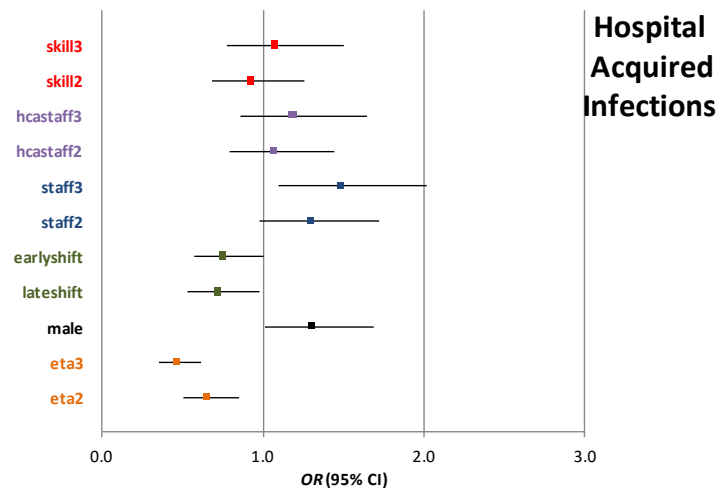


Grafico 4.7. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Falls



URINARY TRACT INFECTIONS

PRIMO LIVELLO DI ANALISI: VERIFICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA VARIABILI INDIPENDENTI E OUTCOME

Per quanto riguarda le relazioni con le **Urinary Tract Infections** la categoria RN staffing3 è risultata statisticamente associata all'outcome; quindi all'aumento del numero di pazienti per infermiere è associato un aumento statisticamente significativo delle infezioni del tratto urinario, in particolare quando i pazienti per infermiere sono in numero molto elevato.

SECONDO LIVELLO DI ANALISI: STIMA DELL'ODDS RATIO PER LE ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE

A parità di sesso, età (terzili), turno, HCAstaffing e skill-mix, chi si trova in situazioni di **di RNstaff3** ha un rischio di dichiarare **Urinary Tract Infections regolari** del 50% superiore a chi si trova in situazioni di **RNstaff1**.

A parità di tutte le altre condizioni, gli intervistati di **età superiore a 45 anni (terzo percentile)** e di **età 39-45 (secondo terzile)** hanno un rischio di dichiarare **Urinary Tract Inf regolari del 30% e 60%, rispettivamente**, inferiore rispetto agli intervistati di età **24-38 (primo percentile)**.

Urinary Tract Infections	OR	low 95%	high 95%
eta2	0.7	0.52	0.87
eta3	0.4	0.32	0.57
male	1.1	0.87	1.49
lateshift	0.8	0.59	1.10
earlyshift	0.9	0.66	1.18
staff2	1.1	0.78	1.42
staff3	1.5	1.09	2.01
hcastaff2	1.0	0.77	1.42
hcastaff3	1.3	0.91	1.79
skill2	0.9	0.64	1.18
skill3	0.7	0.51	1.02

Tabella 4.7. Valori OR e CI delle variabili indipendenti nelle relazioni con Falls

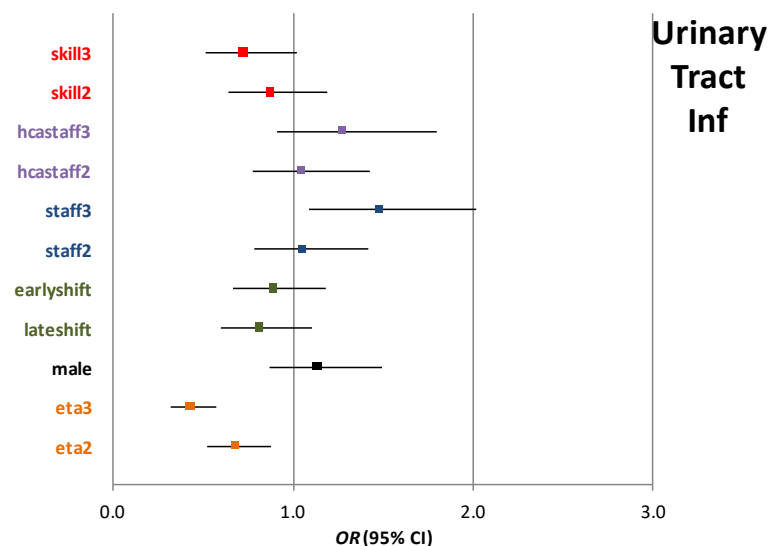


Grafico 4.7. Rappresentazione grafica di OR e CI delle relazioni tra variabili indipendenti e Falls



Non sono state riscontrate associazioni statisticamente significative tra RN o HCA staffing, skill mix e **Sepsi**, partimenti per pneumonia.

I risultati delle associazioni indagate attraverso i modelli di regressione lineare proposti nel Capitolo 3 in relazione allo skill mix non hanno nel complesso evidenziato associazioni statisticamente significative, sia quando lo skill mix è stato considerato come variabile singola e complessiva della proporzione tra RN e total nursing staff (RN+NA) che quando sono state create come variabili tre categorie di skill mix in relazione ai terzili della distribuzione.

I risultati invece riscontrati analizzando le associazioni tra RN staffing e gli outcomes disponibili nel database livello infermiere dello studio RN4CAST@IT hanno dimostrato, coerentemente con quanto evidenziato anche dalle revisioni di letteratura scientifica effettuate in merito alle associazioni tra RN staffing e nursing sensitive outcomes, che all'aumento del numero di pazienti per infermieri, le condizioni di qualità e sicurezza delle cure subiscono effetti negativi, spesso supportati anche da relazioni statisticamente significative.

In particolare quando le numerosità di pazienti per infermiere sono elevate (in corrispondenza della Categoria 3 RN staffing: più di 10,2 pazienti per infermiere) la probabilità di verificarsi di outcomes negativi è elevata e le relazioni dal punto di vista statistico evidenziano un grado di peggioramento rilevante a carico di molti degli outcomes indagati.

In merito alla correlazione tra **skill-mix e mortalità** descritta nelle analisi riportate nel Capitolo 4, è possibile concludere che anche se in maniera non significativa, fuorché per i ricoveri superiori ai 6 giorni di degenza, l'incremento di skill mix si muove in concomitanza ad una riduzione di mortalità. Questa cosa è particolarmente evidente nei ricoveri 'a lun godegenza'.

Senza puntare l'attenzione sui valori singoli dei IRR in quanto tale, è rilevante notare la direzione della relazione che in modo continuo persiste nel mantenere la direzione di diminuzione della mortalità ad incremento dello skill mix.



CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

Il presente elaborato rappresenta, dalla fase di revisione della letteratura, un tassello importante nell'avanzamento della cultura infermieristica nell'ambito del management ed in particolare dell'appropriatezza organizzativa.

Lo sforzo aggregativo delle esperienze internazionali ad oggi disponibili relativamente allo skill mix ha consentito di fornire una panoramica esaustiva di alcuni degli aspetti pregnanti di tale tematica. E' stata definita la modalità più frequente attraverso cui è misurato lo skill mix, sono stati mappati gli staff groups maggiormente rappresentati, sono stati individuati gli esiti studiati in relazione allo skill mix e riassunte le associazioni statistiche a riguardo.

Tale contributo pone a livello internazionale una chiave univoca di interpretazione del fenomeno ed offre un approccio metodologico di riferimento per future indagini che avranno la possibilità di seguire un percorso di rilevazione e interpretazione dei dati già tracciato.

L'evidenza scientifica discussa nella revisione di letteratura del Capitolo 1 supporta la necessità di mantenere skill mix assistenziali in proporzione più ricchi di personale infermieristico (Registered nurse), consentendo quindi l'abbandono del paradigma della sostituzione tra gruppi di personale, in particolare tra infermieri e personale di supporto che si sono rivelati non sostituibili.

A livello nazionale la professione infermieristica nel contesto italiano è stata protagonista di un'evoluzione culturale e professionale negli ultimi 30 anni che ha consentito agli infermieri il dovuto riconoscimento normativo di un'attività complessa svolta, prendendo a riferimento le funzioni dell'infermiere richiamate dall'OMS e definite dall'International Council of Nurses, in ambiti clinici, formativi, consulenziali, politici e gestionali-organizzativi.

La gestione del personale di assistenza e di supporto rappresenta ancora oggi l'elemento fondamentale nei processi organizzativi ad appannaggio della professione infermieristica e si caratterizza a diversi livelli, dal coordinamento di reparto, alla gestione dipartimentale, all'ambito direzionale delle professioni sanitarie e sociali, come attività di elevata complessità e che si articola in diverse fasi che vanno dalla programmazione fino alla valutazione di espressione di responsabilità civile, penale e professionale.

La conoscenza del processo assistenziale attuato dal personale infermieristico e di supporto e la competenza nell'individuazione e misurazione degli esiti di un inappropriato approccio gestionale conferiscono alla professione infermieristica la competenza esclusiva necessaria per la gestione con efficacia ed efficienza delle risorse assistenziali. Gli studi nazionali intrapresi in questi anni, tra cui lo studio RN4CAST@It presentato nel Capitolo 2, hanno iniziato a porre le basi per tale cambiamento che trova nelle analisi presentate un rafforzamento del razionale di fondo in quanto è stato dimostrato sul piano scientifico il rapporto tra costi sanitari, processi coinvolti nell'erogazione della assistenza ed esiti sensibili all'assistenza.

Anche i risultati del presente elaborato di tesi sono infatti un primo tassello nell'individuazione di modalità di gestione di flussi informativi a scopi gestionali che necessitano nei prossimi anni di essere consolidati e standardizzati; l'evidenza relativa alla necessità di ridurre il numero di situazioni che afferiscono a standard di 10 pazienti per infermiere è evidente e rimarcata con forza dalle associazioni statisticamente significative riscontrate con la probabilità di verificarsi di outcomes negativi per le persone assistite.



Urge quindi la necessità di definire in modo stabile set di dati relativi alle dimensioni dello staffing, skill mix ed esiti sensibili alle cure infermieristiche che consentano il benchmarking tra le aziende, ma ancor prima una stima dei fabbisogni di personale basati sulle necessità delle persone assistite e sui potenziali esiti per i pazienti stessi e per il sistema di un'inadeguata ponderazione dei livelli di staffing.

Dataset più ampi e longitudinali consentiranno di consolidare i modelli di analisi approcciati in questa esperienza e di rafforzarne l'interpretazione.

Per far ciò, definizioni chiare, applicabili e standardizzate degli indicatori di staffing e skill mix assistenziali, basate sulle raccomandazioni scientifiche che anche da questo lavoro di tesi dottorale verranno prodotte, sono necessarie al fine di re-interpretare i livelli di standard definiti nei Decreti ministeriali di fine anni 90 che non trovano più ad oggi possibilità di declinazione pratica nei contesti così mutati in termini di bisogni e risorse disponibili.

E' ipotizzabile che al pari di altri contesti internazionali, vedasi ad esempio le esperienze canadese, australiana e irlandese, l'attuazione dell'aggiornamento degli standard del personale di assistenza garantiti e rimborsati dai singoli contesti regionali verso un numero di pazienti per infermiere inferiore rispetto all'attuale, consenta il raggiungimento di migliori risultati in termini clinici ed economici.

Proseguire nello studio delle relazioni che intercorrono tra staffing, skill mix ed esiti consentirà ancor più di orientare l'agire professionale verso il raggiungimento di standard di cura migliori e rendere visibile il prodotto del nursing aprendo la strada anche alla definizione del valore economico dello stesso.

Futuri sviluppi devono tendere a consolidare le misure di analisi attraverso la definizione di standard condivisi che nutrano i flussi di dati attualmente disponibili a livello nazionale, come il flusso dati SDO, alimentandolo di dati assistenziali che possano interfacciarsi con quelli clinici ad oggi già disponibili al fine di integrare la rappresentazione della condizione clinico-assistenziale della persona assistita affinando la ponderazione della retribuzione economica correlata.

Rendere evidente il contributo che è espressione della competenza di una categoria professionale che numericamente rappresenta la maggioranza del personale sanitario nelle strutture di cura e che trascorre la maggior parte del tempo di degenza dell'assistito al suo fianco sarà una sfida che i prossimi studi in merito alla tematica dovranno affrontare anche adottando disegni di studio sperimentali o quasi sperimentali che consentano di rendere disponibili evidenze maggiormente solide.